

**GOVERNO DO ESTADO DE SERGIPE
SECRETARIA DE ESTADO DO TURISMO - SETUR**

**PROGRAMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
DO TURISMO EM SERGIPE - PRODETUR/SERGIPE**

**Elaboração de Estudos de Viabilidade e de Projetos
Básico e Executivo para a Construção de Aterros Sanitários**

**PRODUTO 7.A: PROJETOS EXECUTIVOS
DAS OBRAS DE ENGENHARIA;**

**VOLUME 3: PÁTIOS DE COMPOSTAGEM
Tomo I: Relatório Geral**

GOVERNO DO ESTADO DO SERGIPE
SECRETARIA DE ESTADO DO TURISMO - SETUR

Contrato nº 007/2016

**SERVIÇO TÉCNICO ESPECIALIZADO PARA A ELABORAÇÃO DE
ESTUDOS DE VIABILIDADE E DE PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO
PARA A CONTRATAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS NOS MUNICÍPIOS
DE INTERVENÇÃO DO PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO
TURISMO – PRODETUR SERGIPE**

**PRODUTO 7A: PROJETOS EXECUTIVOS DAS OBRAS DE
ENGENHARIA**

VOLUME 3:PÁTIOS DE COMPOSTAGEM

TOMO I: RELATÓRIO GERAL

REVISÃO 00: JULHO/2019

1 - APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente relatório versa sobre o **PRODUTO 7A: PROJETOS EXECUTIVOS DAS OBRAS DE ENGENHARIA – PÁTIOS DE COMPOSTAGEM**, apresentado pelo Consórcio TPF/QUANTA como parte integrante dos serviços pertinentes ao Serviço Técnico Especializado para Elaboração de Estudos de Viabilidade e de Projetos Básico e Executivo para Construção de Aterros Sanitários nos municípios de intervenção do Programa de Desenvolvimento do Turismo – PRODETUR SERGIPE. Foi desenvolvido no âmbito do Contrato nº 007/2016, firmado entre a SETUR – Secretaria de Estado do Turismo e o Consórcio formado pelas empresas TPF Engenharia Ltda. e Quanta Consultoria Ltda., tendo sua elaboração obedecida às diretrizes definidas no Termos de Referência do Contrato 007/2016.

O Projeto Executivo dos Pátios de Compostagem tem como objetivo primordial a apresentação do modelo tecnológico a ser implantado para as usinas de compostagem a serem implantadas junto às obras dos aterros sanitários dos municípios de Estância, Japarutuba e Canindé de São Francisco.

Os trabalhos a serem desenvolvidos ao longo do processo serão constituídos por atividades multidisciplinares que culminam na elaboração e/ou execução de produtos específicos previamente determinados. Os produtos que compõem o acervo do contrato são apresentados a seguir:

Produto 1: Plano de Trabalho;

Produto 2.A: Diagnóstico dos Sistemas de Gestão de Resíduos Sólidos Existentes;

Produto 2.B: Relatório da Escolha e Caracterização das Alternativas Locacionais;

Produto 3.A: Relatório dos Serviços Topográficos;

Produto 3.B: Relatório dos Estudos Geotécnicos;

Produto 3.C: Anteprojeto dos Equipamentos de Manejo de Resíduos Sólidos;

Produto 3.D: Estudos Ambientais Específicos;

Produto 4: Relatório de Viabilidade Técnica, Econômica, Ambiental e Social;

Produto 5.A: Projetos Básicos das Obras de Engenharia;

Produto 5.B: Projetos Básicos dos Pátios de Compostagem;

Produto 5.C: Projetos Básicos dos Centros de Triagem;

Produto 5.D: Projetos Básicos de Remediação dos Lixões Atuais;

Produto 6: Solicitação e Obtenção da Licença Prévia;

Produto 7.A: Projetos Executivos das Obras de Engenharia;

Produto 7.B: Projetos Executivos de Remediação dos Lixões Atuais.



EQUIPE TÉCNICA

Adonai de Souza Porto, Eng. Civil CREA: 5297 D/CE

José Fernando Thomé Jucá, Dsc. Eng. Civil. CREA 7.956 D/PE

Francisco Humberto de Carvalho Junior, Eng. Civil, Dsc. Saneamento Ambiental CREA CE
060340534-7

Gleyciane Nobre Rocha, Eng. Ambiental e Sanitarista CREA CE 061181422-6

Maria Odete Holanda Mariano, Dsc. Eng. Civil. CREA: 24.500 D/PE

João Pedro Carvalho Gomes, Eng. Civil CREA: 323716 D/CE

Flávio Lage Rocha, Eng. Civil CREA: 8320 D/CE

Gustavo Brasileiro Coelho, Eng. Civil CREA: 060477146-0

José Ribamar de Sousa, Eng. Civil CREA: 110159204-4

José Wilton Ferreira do Nascimento, Eng. Ambiental CREA: 060752807-9

Francisco Edson de Alencar Souza Júnior, Eng. Civil CREA 060494009-2

Marcelo Brauner dos Santos, Eng. Civil CREA 060853359-9

Raquel Azevedo Espíndola de Macedo, Eng. Civil CREA 060625583-4

Naimar Gonçalves Barroso Severiano, Economista/ Msc. Economia Rural/ Ambientalista,
CORECON 1996 / 8ª R-CE

Allan Gustavo Daher Vasconcelos, Eng. Civil CREA: 340253 –D/CE

Paulo Ramalho, Arquiteto CAU A48574-8

Raphael Ramalho Gomez, Eng. Ambiental e Sanitarista CREA CE

Oscar Pedreira Aragão, Eng. Ambiental e Sanitarista CREA 0618419012

Liliana Andréa dos Santos, Bióloga, Me. Engenharia Ambiental

SUMÁRIO GERAL

Páginas

1 - APRESENTAÇÃO.....	2
1 - INTRODUÇÃO	10
2 – MUNICÍPIOS DE IMPLANTAÇÃO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM.....	12
2.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	13
2.1.1 Estância.....	13
2.1.2 Japaratuba.....	13
2.1.3 Canindé de São Francisco	14
2.2 DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	14
3 – COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	16
3.1 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE ESTÂNCIA.....	18
3.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE JAPARATUBA.....	19
3.3 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE CANINDÉ DE SÃO FRANCISCO	21
4 – CONCEPÇÃO DO PROJETO	22
4.1 PROJEÇÃO POPULACIONAL DOS MUNICÍPIOS	24
4.1.1 Projeção Populacional dos Municípios Integrantes do Consórcio de Estância	25
4.1.2 Projeção Populacional dos Municípios Integrantes do Consórcio de Japaratuba.....	26
4.1.3 Projeção Populacional de Canindé de São Francisco	28
4.2 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E RESÍDUOS ORGÂNICOS	30
4.2.1 Estância.....	31
4.2.2 Japaratuba	33
4.2.3 Canindé de São Francisco	35
4.3 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM	37
4.4 MEMORIAL DE CÁLCULO.....	38
4.4.1 Dimensões da leira de compostagem	38
4.4.2 Cálculo do volume da leira de compostagem (V).....	38
4.4.3 Cálculo do comprimento da leira (L).....	38
4.4.4 Cálculo da área da base da leira (Sb).....	39
4.4.5 Cálculo da área de folga para o reviramento (Sf).....	39
4.4.6 Cálculo da área total ocupada pela leira (So).....	39
4.4.7 Cálculo da área útil do pátio (Su).....	39
4.4.8 Cálculo da área total do pátio (St).....	40

4.4.9	Cálculo do pátio de maturação (S30).....	40
4.4.10	Cálculo da área total da Unidade (Susina).....	40
4.4.11	Dimensionamento do pátio de compostagem de Estância.....	40
4.4.12	Dimensionamento do pátio de compostagem de Japaratuba.....	43
4.4.13	Dimensionamento do pátio de compostagem de Canindé de São Francisco	46
4.5	OPERAÇÃO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM	49
4.5.1	Recepção dos resíduos.....	49
4.5.2	Montagem da leira no pátio compostagem	50
4.5.3	Rotinas de operação da Unidade de compostagem	52
4.5.4	Serviços públicos no local de operação.....	54
4.5.5	Proteção contra incêndio.....	54
4.5.6	Estratégia de controle de odores.....	55
4.5.7	Pátio de maturação ou cura do composto.....	56
4.5.8	Peneiramento e estocagem do composto	56
4.5.9	Qualidade do composto orgânico.....	56
4.6	DESCRIÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DE PROJETO	57
4.6.1	Impermeabilização da base	57
4.6.2	Geração e Drenagem de líquidos lixiviados	57
4.6.3	Sistema de tratamento dos líquidos lixiviados.....	58
4.6.4	Dimensionamento da drenagem de lixiviado Estância.....	58
4.6.5	Dimensionamento da drenagem de lixiviado Japaratuba	60
4.6.6	Dimensionamento da drenagem de lixiviado Canindé de São Francisco.....	61
4.6.7	Sistema de tratamento dos líquidos lixiviados.....	63
4.6.8	Sistema de tratamento de esgotos.....	63
4.6.9	Drenagem pluvial.....	63
4.6.10	Acessos internos e externos.....	63
4.7	MONITORAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL	64
4.7.1	Monitoramento das leiras no pátio de compostagem.....	64
4.7.2	Monitoramento das águas subterrâneas, águas superficiais e líquidos lixiviados	65
4.7.3	Controle Ambiental.....	66
4.8	INFRAESTRUTURA.....	67
4.9	RELAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EQUIPAMENTOS E MÃO-DE-OBRA	67
ANEXOS	76

SUMÁRIO DE FIGURAS

<i>Figura 1.1: Fluxograma do tratamento e destinação final dos resíduos sólidos.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4.1: Layout da unidade de compostagem na Fase 1.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4.2: Layout da unidade de compostagem na Fase 2.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4.3: Layout da unidade de compostagem na Fase 3.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4.4: Layout da unidade de compostagem na Fase 1.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 4.5: Layout da unidade de compostagem na Fase 2.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 4.6: Layout da unidade de compostagem na Fase 3.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 4.7: Layout da unidade de compostagem na Fase 1.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 4.8: Layout da unidade de compostagem na Fase 2.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 4.9: Layout da unidade de compostagem na Fase 3.....</i>	<i>49</i>

SUMÁRIO DE QUADROS

Páginas

Quadro 3.1: Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos no Brasil.....	18
Quadro 3.2: Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos dos Arranjos Municipais Propostos.....	19
Quadro 3.3: Composição gravimétrica de RSU de municípios de Telha, Cedro de São João, Pirambu e Japarutuba	20
Quadro 3.4: Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de Canindé de São Francisco.....	21
Quadro 4.1: Evolução Temporal da População dos municípios de contemplados com a Unidade de compostagem	26
Quadro 4.2: Projeção da população a ser atendida pela Unidade de compostagem de Japarutuba/SE, segundo o método do crescimento exponencial.	27
Quadro 4.3: Evolução Temporal da População do Município de Canindé do São Francisco SE.....	29
Quadro 4.4: Frações da composição dos RSU de municípios sergipanos.....	30
Quadro 4.5: Geração per capita de resíduos por faixa populacional.....	30
Quadro 4.6: Fases de dimensionamento da Unidade de compostagem.....	31
Quadro 4.7: Estimativa da Produção Anual de RSU total dos municípios contemplados.....	32
Quadro 4.8: Estimativa da quantidade de resíduos orgânicos que serão destinados para Unidade de compostagem – 2021-2040.....	33
Quadro 4.9: Estimativa da Produção Anual de RSU total dos municípios contemplados.....	34
Quadro 4.10: Estimativa da quantidade de resíduos orgânicos que serão destinados para Unidade de compostagem – 2021-2040.....	35
Quadro 4.11: Quantidade de resíduos coletados de Canindé do São Francisco-SE	36
Quadro 4.12: Estimativa da quantidade de resíduos orgânicos que serão destinados para Unidade de compostagem – 2021-2040.....	37
Quadro 4.13: Dimensionamento da Unidade de compostagem.....	41
Quadro 4.14: Dimensionamento da Unidade de compostagem.....	44
Quadro 4.15: Dimensionamento da Unidade de compostagem.....	47
Quadro 4.16: Fator K para aterros sanitárias	59
Quadro 4.17: Fator K para aterros sanitárias	60
Quadro 4.18: Fator K para aterros sanitárias	62
Quadro 4.19: Resumo de equipamentos necessários de acordo com o MMA, 2010.....	68
Quadro 4.20: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Estância	69
Quadro 4.21: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Japarutuba.....	70
Quadro 4.22: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Canindé de São Francisco ...	71
Quadro 4.23: Equipamentos necessários para montagem das leiras de compostagem para os municípios de Estância, Japarutuba e Canindé de São Francisco.....	72
Quadro 4.24: Quadro de funcionários para o pátio de compostagem do aterro de Estância	72
Quadro 4.25: Quadro de funcionários para o pátio de compostagem do aterro de Japarutuba.....	73
Quadro 4.26: Quadro de funcionários para o pátio de compostagem do aterro de Canindé de São Francisco	73
Quadro 4.27: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Estância	74
Quadro 4.28 Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Japarutuba.....	74
Quadro 4.29 Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Canindé de São Francisco. ...	75

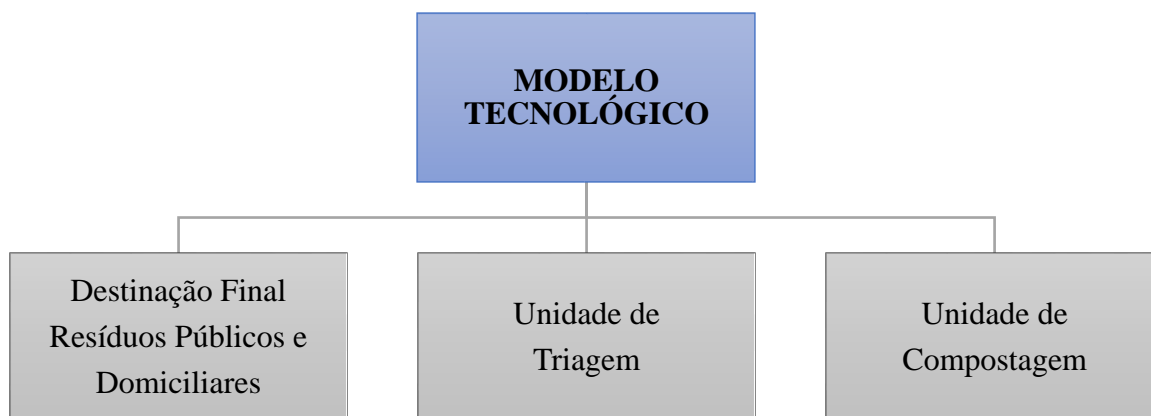
1 - INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O relatório apresenta o Projeto Básico das Unidades de compostagem dos consórcios dos municípios de Estância, Japarutuba e Canindé de São Francisco. Este Projeto está inserido na proposta de solução para o grave problema de tratamento e destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos dos Municípios.

A Figura 1.1 apresenta o fluxograma do Modelo tecnológico, com suas unidades de tratamento, adotado para a gestão Integral da destinação final dos resíduos sólidos nos aterros sanitários de Estância, Japarutuba e Canindé de São Francisco.

Figura 1.1: Fluxograma do tratamento e destinação final dos resíduos sólidos



A alternativa adotada para a destinação final dos resíduos orgânicos foi a implantação de uma UNIDADE DE COMPOSTAGEM dentro de padrões modernos e atendendo-se as Normas e Legislação vigente.

2 – MUNICÍPIOS DE IMPLANTAÇÃO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM

2. MUNICÍPIOS DE IMPLANTAÇÃO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM

2.1 Área de abrangência do estudo

2.1.1 Estância

Os municípios de Arauá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Salgado, Santa Luzia do Itanhy, Umbaúba são contemplados com a implantação dos aterros sanitários e infraestruturas correlatas (centros de triagem e pátios de compostagem), inserido no Consórcio Público de Resíduos Sólidos e Saneamento Básico do Sul e Centro Sul Sergipano - CONSCENSUL

O Consórcio Público Intermunicipal de Saneamento Básico do Sul e Centro Sul, por sua vez, encontra-se posicionado na faixa centro sul de Sergipe, ocupando uma área de 6.6050,24 km², representando 30,34% do território estadual. O referido consórcio é composto por dezesseis municípios, dos quais apenas Arauá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Salgado, Santa Luzia do Itanhy, Umbaúba integram a área do presente estudo.

Em termos de microrregiões geográficas, os municípios de Estância, Indiaroba e Santa Luzia do Itanhy fazem parte da Microrregião de Estância.

O acesso ao município de Estância a partir de Aracaju é feito tomando-se a rodovia federal BR-235/BR-349 por 6,0km até a confluência com o trecho duplicado da BR-101, percorrendo-se nesta cerca de 60,0km.

2.1.2 Japarutuba

O território do Consórcio de Saneamento Básico do Baixo São Francisco – CONBASF, está situado ao norte do Estado de Sergipe e abrange uma área de 8.842 km², o que corresponde a 40,25 % da área estadual. Este território limita-se ao norte, com o Estado de Alagoas, separado pelo Rio São Francisco, ao sul com os Territórios Agreste Central e Território da Grande Aracaju, ao leste com o Oceano Atlântico e ao oeste, com a Bahia, sendo formado por 28 municípios (Amparo de São Francisco, Aquidabã, Brejo Grande, Canhoba, Canindé de São Francisco, Capela, Cedro de São João, Feira Nova, Gararu, Gracho Cardoso, Ilha das Flores, Itabi, Japarutuba, Japoatã, Malhada dos Bois, Monte Alegre de Sergipe, Muribeca, Neópolis, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora de Lourdes, Pacatuba, Pirambu, Poço Redondo, Porto da Folha, Propriá, Santana do São Francisco, São Francisco e Telha).

Este Território, em 2010, concentrava uma população de 363.644 habitantes, o que correspondia a 17,58% da população estadual (IBGE, 2010). Desse contingente populacional 53,36% é constituído de população urbana e 46,64% de rural. Os municípios que apresentam o maior contingente populacional são Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Capela, Propriá, Porto da Folha, Canindé de São Francisco e Aquidabã. O Território apresenta densidade demográfica de 41,13 habitantes por quilômetro quadrado, bem inferior à situação sergipana (94,36 habitantes por km²).

Os municípios de Amparo de São Francisco, Brejo Grande, Cedro de São João, Ilha das Flores, Japoatã, Malhada dos Bois, Muribeca, Neópolis, Pacatuba, Santana do São Francisco, São Francisco e Telha são contemplados com a implantação dos aterros sanitários e infraestruturas correlatas (centros de triagem e pátios de compostagem), inserido no consórcio de saneamento básico do Baixo São Francisco.

2.1.3 Canindé de São Francisco

O município de Canindé de São Francisco é contemplado com a implantação dos aterros sanitários e infraestruturas correlatas (centros de triagem e pátios de compostagem), inserido no consórcio de saneamento básico do Baixo São Francisco.

O Consórcio Saneamento Básico de Baixo São Francisco – CONBASF, está situado ao norte do Estado de Sergipe, abrangendo uma área de 8.842 km², o que corresponde a 40,25% do território estadual. É formado por 28 municípios, dos quais apenas Canindé de São Francisco, Japarutuba e Pirambu integram a área de intervenção do presente estudo.

Em termos de microrregiões geográficas, o município de Canindé de São Francisco faz parte da Microrregião Sertão de São Francisco.

2.2 Disposição Final de Resíduos Sólidos

Quanto ao destino dos resíduos sólidos, a situação apresenta-se crítica nos municípios que integram a área do estudo, com a maioria das prefeituras fazendo uso de lixões a céu aberto para a deposição final do resíduo urbano, contribuindo para a poluição dos recursos hídricos, para a degradação da paisagem e para a proliferação de vetores de doenças.

Para a região formada pelo consorcio de Estância, os resíduos coletados nos municípios são depositados no lixão do município de Estância e Indiaroba. Nas áreas dos

lixões, não é efetuado nenhum controle da quantidade de resíduos aí depositados seja através de cubagem por volume ou por qualquer outro método.

Quanto ao consorcio formado no município de Japarutuba, constituem exceção apenas os municípios de Japarutuba e Pirambu, onde os resíduos coletados são encaminhados para aterro sanitário do Centro de Gerenciamento de Resíduos – CGR da empresa ESTRE Ambiental, que se localiza no município de Rosário do Catete. Ressalta-se, que o lixão de Japarutuba se encontra desativado, todavia, se constatou a deposição recente de resíduos neste vazadouro a céu aberto, denotando ainda o seu uso.

Canindé de São Francisco dispõe seus resíduos sólidos coletados em seu lixão. A área do lixão, contempla apenas cercas de proteção, em alguns casos em estado bastante precário. Verifica-se, na quase totalidade dos lixões a adoção da prática de queima dos resíduos dispostos visando à redução do seu volume.

Não foi constatada a existência de Unidades de triagem ou de compostagem, nem tampouco unidades de reciclagem de entulhos nos municípios integrantes da área do estudo.

3 – COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

3. COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

No estado de Sergipe, não existem informações e dados consolidados para a caracterização dos resíduos sólidos urbanos para todos os municípios. Afim de reputar uma composição gravimétrica, considerou-se os dados disponibilizados pelo IPEA (2012) considerando uma estimativa realizada para o Brasil (Quadro 3.1). Conforme pode ser observado, a matéria orgânica representa mais da metade (51,4%) dos resíduos urbanos, seguido dos materiais recicláveis como papel, papelão e embalagem longa vida (*tetrapack*), plástico, vidro, aço e alumínio, com quase 32%. Apesar da massa de resíduo sólido urbano ter apresentado alto percentual de matéria orgânica, como evidenciado no Quadro 3.1, as experiências de compostagem ainda são incipientes no país, aproximando-se a 2%.

Quadro 3.1: Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos no Brasil

Material	%	Quantidade (t/dia)	
		2000	2008
Material reciclável	31,9	47.558,5	58.527,4
Metais	2,9	4.301,5	5.293,5
Aço	2,3	3.424,0	4.213,7
Alumínio	0,6	877,5	1.079,9
Papel, papelão e tetrapack	13,1	19.499,9	23.997,4
Plástico	13,5	20.191,1	24.847,9
Plástico-filme	8,9	13.326,1	16.399,6
Plástico-rígido	4,6	6.865,0	8.448,3
Vidro	2,4	3.566,1	4.388,6
Matéria orgânica	51,4	76.655,3	94.335,1
Outros	16,7	24.880,5	30.618,9
Total	100	149.094,3	183.481,5

Fonte: IPEA, 2012

3.1 Composição Gravimétrica dos Resíduos de Estância

No ano de 2017, a composição gravimétrica dos resíduos sólidos das amostras coletadas revela, para os municípios de Estância e Santa Luzia do Itanhy, a predominância de matéria orgânica. A matéria orgânica foi constituída de matéria orgânica compostável (folhagens, restos de alimentos, cascas, guardanapos e talos) e restos de animais (ossos e vísceras). Apesar da massa de resíduo sólido urbano ter apresentado alto percentual de matéria orgânica média (57,46%), conforme demonstrado no Quadro 3.2, entretanto salienta-se que as experiências de compostagem ainda são incipientes no país.

Quadro 3.2: Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos dos Arranjos Municipais Propostos

Discriminação	CTS do Sul e Centro Sul			
	Estância/Santa Luzia do Itanhi		Aterro Sanitário Individual Indiaroba	
	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%
Papel	2,07	1,41	2,95	4,30
Papelão	9,45	6,44	4,78	6,97
Plástico Duro	13,93	9,49	4,17	6,08
Plástico Filme	8,53	5,81	4,88	7,12
Metais Ferrosos	3,61	2,46	0,95	1,39
Metais Não Ferrosos	0,89	0,59	0,06	0,09
Trapos	17,13	11,67	8,11	11,83
Vidro	3,63	2,47	0,84	1,23
Borracha	1,48	1,01	0,16	0,23
Couro	0,22	0,15	0,09	0,13
Madeira	2,53	1,72	1,48	2,16
Matéria Orgânica	83,18	56,65	39,95	58,28
Outros Materiais	0,19	0,13	0,13	0,19
Total	146,84	100,00	68,55	100,00

Fonte: Adaptado de Consórcio TPF/Quanta, 2017.

3.2 Composição Gravimétrica dos Resíduos de Japarutuba

Com relação aos municípios do consórcio do Baixo São Francisco, existem estudos realizados por Oliveira (2004 apud SERGIPE, 2010), para Telha e Cedro de São João; por Barreto (2000 apud SERGIPE, 2010), para Pirambu e Japarutuba (DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EXISTENTES, 2017), cujos resultados podem ser vistos no Quadro 3.3.

Quadro 3.3: Composição gravimétrica de RSU de municípios de Telha, Cedro de São João, Pirambu e Japaratuba

Material	Municípios do Baixo São Francisco Sergipano			
	Telha	Cedro de São João	Pirambu	Japaratuba
Metal	2,35	1,66	1,11	0,71
Papel e papelão	10,10	9,13	13,9	10,81
Plástico	11,5	12,16	12,1	11,43
Vidro	2,15	1,17	0,41	0,53
Matéria orgânica	17,60	27,79	61,17	57,79
Panos, trapos, couro e borracha	9,09	3,38	0,42	0,60
Madeira	-	-	1,55	0,75
Coco e casca de coco	12,40	7,77	-	-
Contaminante biológico	7,67	3,10	-	-
Contaminante químico	0,09	0,00	-	-
Outros	27,14	33,84	1,47	1,19
Total	100	100	100	100

Fonte: Adaptado de Consórcio TPF/Quanta e Plano Intermunicipal de resíduos Sólidos do Baixo do São Francisco

Telha e Cedro de São João são cidades de pequeno porte, próximas a Propriá, no Consórcio do Baixo São Francisco. Os RSU dessas localidades apresentaram o percentual de matéria orgânica relativamente baixo se comparado com Pirambu e Japaratuba. Este fato pode ser explicado em função de que os moradores aproveitariam os resíduos orgânicos na alimentação de animais domésticos (OLIVEIRA, 2004).

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos das amostras coletadas revela, para os municípios de Japaratuba e Pirambu, a predominância de matéria orgânica, constituída de material compostável (folhagens, restos de alimentos, cascas, guardanapos e talos) e restos de animais (ossos e vísceras).

De maneira geral, é possível afirmar que populações menos desenvolvidas economicamente produzem um resíduo sólido com maior teor de matéria orgânica e maior densidade, enquanto as mais desenvolvidas economicamente produzem um resíduo menos denso com menor teor de matéria orgânica. Assim, com a evolução

econômica da população sergipana, mais resíduos serão gerados, tornando-os menos denso e menos rico em matéria orgânica (SERGIPE, 2009).

Convém destacar que comunidades sergipanas com características mais rurais fazem o aproveitamento da matéria orgânica em plantações ou para alimentação animal e, por isso, não disponibilizam completamente esse tipo de material para coleta pública, enquanto as comunidades mais urbanas em geral descartam todo o resíduo gerado (Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Baixo do São Francisco, 2014).

3.3 Composição Gravimétrica dos Resíduos de Canindé de São Francisco

No ano de 2017, a composição gravimétrica dos resíduos sólidos das amostras coletadas revela, para o município de Canindé de São Francisco, a predominância de matéria orgânica, que sozinha responde por 52,20kg do peso total (76,97kg). A matéria orgânica foi constituída de material compostável (folhagens, restos de alimentos, cascas, guardanapos e talos) e restos de animais (ossos e vísceras). Apesar da massa de resíduo sólido urbano ter apresentado alto percentual de matéria orgânica (67,82%), conforme demonstrado no Quadro 3.4, as experiências de compostagem ainda são incipientes no país.

Quadro 3.4: Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de Canindé de São Francisco

Discriminação	Aterro Sanitário Individual Canindé de São Francisco	
	Peso (kg)	%
Papel	0,82	1,07
Papelão	2,80	3,64
Plástico Duro	5,10	6,63
Plástico Filme	2,67	3,47
Metais Ferrosos	1,20	1,56
Metais Não Ferrosos	0,24	0,31
Trapos	8,60	11,17
Vidro	2,10	2,73
Borracha	0,08	0,10
Couro	0,02	0,03
Madeira	0,81	1,05
Matéria Orgânica	52,20	67,82
Outros Materiais	0,33	0,43
Total	76,97	100,00

Fonte: Adaptado de Consórcio TPF/Quanta, 2017.

4 – CONCEPÇÃO DO PROJETO

4. CONCEPÇÃO DO PROJETO

O modelo tecnológico proposto para o projeto é a implantação de uma Unidade de compostagem para tratar os resíduos orgânicos promovendo sua bioestabilização por meio da compostagem aeróbia, que deverá compor um sistema integrado de gerenciamento de resíduos para as unidades de compostagem inseridas nos municípios de Estância, Japaratuba e Canindé de São Francisco.

A tecnologia de compostagem é um processo biológico em que os microrganismos transformam a matéria orgânica, como estrume, folhas, papel e restos de comida, num material fisicamente semelhante ao solo, a que se chama composto, e que pode ser utilizado como biofertilizante no solo para produção agrícola (NBR 13591, 1996).

O processo de compostagem ocorre por uma população diversificada de microrganismos e envolve duas fases distintas, sendo a primeira de degradação ativa, denominada de bioestabilização e a segunda de maturação, também chamada de cura ou humificação. Segundo o Ministério Público do Paraná (2013), na primeira fase da compostagem, ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas, com predominância de temperatura na faixa termofílica.

Na segunda fase, ocorrem as reações bioquímicas de humificação, que levam à produção do composto propriamente dito, um produto final parcialmente mineralizado e altamente humificado. Os produtos do processo da decomposição são: composto orgânico, gás carbônico, calor e água.

Durante o processo de compostagem alguns parâmetros devem ser monitorados para obter condições físicas e químicas adequadas no controle dos seguintes aspectos: local, disposição e configuração da matéria orgânica destinada à compostagem; umidade, temperatura, aeração, nutrientes, tamanho das partículas e pH.

A compostagem natural pelo revolvimento manual ou mecanizado será o método utilizado na Unidade de compostagem, devido aos baixos custos de implantação, investimento e manutenção desse sistema. O método mais indicado para Unidades de compostagem de pequeno porte é o método de revolvimento de leiras conhecido como sistema WINDROW, utiliza-se um sistema natural a céu aberto para municípios com geração de até 100 t/dia de resíduo orgânico. Para as unidades de compostagem de Japaratuba, Canindé do São Francisco, Estância será adotado o sistema de revolvimento

manual, a geração de tonelada de resíduos orgânicos por dia para cada município é abaixo de 100 t/dia, sendo indicado utilizar este tipo de revolvimento.

Os resíduos orgânicos são dispostos em longas leiras que são periodicamente revolvidas. A altura e a seção das leiras dependem do resíduo estruturante e do método de construção da leira. Sendo leiras triangulares, a altura pode variar de 1,50 a 1,80 m e a largura de 4,00 a 4,50 m com reviramento manual ou mecânico constante. O espaçamento das leiras deve ser estabelecido de acordo com as características do equipamento que fará o revolvimento. Este método pode ser alimentado com resíduos orgânicos que passaram pelas fases de pré-compostagem para garantir a qualidade da matéria-prima. As Unidades de compostagem de grande porte no Brasil operam com pilhas em forma de leiras, a céu aberto, com parte das operações realizadas em galpão e com aeração por reviramento mecanizado dos resíduos.

A tecnologia de tratamento de compostagem apresenta-se relevante aos municípios brasileiros pelas características dos resíduos produzidos, nos quais em média 51,4% são orgânicos (MMA, 2010). Desta forma, a compostagem aliada à reciclagem gera ganhos ambientais aos municípios devido à redução de resíduos encaminhados aos aterros sanitários, seu conseqüente aumento de vida útil, à geração de emprego e renda, por fim, à otimização de fluxos de materiais com a geração de materiais reutilizáveis.

4.1 PROJEÇÃO POPULACIONAL DOS MUNICÍPIOS

Para implantação de Unidade de compostagem é necessário realizar um estudo da estimativa da geração de resíduos sólidos orgânicos, só podendo ser realizado com o conhecimento da evolução populacional da localidade que será atendida pela unidade de tratamento. Para este fim, foram realizadas as projeções populacionais dos municípios integrantes dos consorcio de Estância (Araúá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Salgado, Santa Luzia do Itanhi, Umbaúba); Japaratuba (Amparo de São Francisco, Brejo Grande, Cedro de São João, Ilha das Flores, Japaratuba, Japoatã, Malhada dos Bois, Muribeca, Neópolis, Pacatuba, Pirambu, Santana do São João, São Francisco e Telha) e Canindé de São Francisco localizados no Estado de Sergipe.

Para o cálculo da estimativa da população dos municípios foi utilizado o mesmo método descrito no PRODUTO 2.A, que considerou o método exponencial como o mais adequado. Os dados foram obtidos no IBGE e atualizados até a presente data e em seguida foi realizada a projeção da população para o horizonte da Unidade de

compostagem. Fez-se uso do Censo realizado no ano de 1991 e 2010 e da estimativa populacional do ano de 2021, através dos quais obteve-se a taxa de crescimento anual e calculou-se a população até o ano de 2040.

4.1.1 Projeção Populacional dos Municípios Integrantes do Consórcio de Estância

A unidade de compostagem será dimensionada para atender a população dos municípios durante um período de 20 anos (2021-2040). O Quadro 4.1 exibe as projeções populacionais dos municípios Arauá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Salgado, Santa Luzia do Itanhy, Umbaúba.

A unidade de compostagem será dimensionada para atender a população dos municípios durante um período de 20 anos (2021-2040). O Quadro 4.2 exibe as projeções populacionais dos municípios do Baixo do São Francisco (Amparo de São Francisco, Brejo Grande, Cedro de São João, Ilha das Flores, Japaratuba, Japoatã, Malhada dos Bois, Muribeca, Neópolis, Pacatuba, Pirambu, Santana do São Francisco, São Francisco, Telha.

Outra observação diz respeito ao município de Santana do São Francisco que por ter sido fundado em 1993 não possui dados no Censo de 1991, portanto para o município foi adotado os dados do Censo de 2010.

Quadro 4.1: Evolução Temporal da População dos municípios de contemplados com a Unidade de compostagem

ANO	Municípios								População Total
	Araúá	Boquim	Cristinápolis	Estância	Indiaroba	Salgado	Santa Luzia do Itanhy	Umbaúba	
Taxa (%)	0,1	0,62	2,02	0,68	1,65	0,99	1,73	2,13	
2021	10.519	27.698	20.010	70.284	18.896	21.146	16.069	27.618	214.261
2022	10.530	27.869	20.417	70.820	19.222	21.357	16.289	28.211	216.737
2023	10.541	28.042	20.833	71.360	19.553	21.569	16.512	28.817	219.250
2024	10.551	28.216	21.257	71.905	19.890	21.783	16.738	29.437	221.801
2025	10.562	28.390	21.690	72.453	20.233	22.000	16.967	30.069	224.389
2026	10.572	28.566	22.131	73.006	20.582	22.218	17.199	30.716	227.016
2027	10.583	28.743	22.582	73.563	20.937	22.439	17.435	31.376	229.684
2028	10.593	28.921	23.041	74.124	21.298	22.662	17.674	32.050	232.392
2029	10.604	29.100	23.510	74.690	21.666	22.888	17.916	32.739	235.142
2030	10.615	29.280	23.989	75.259	22.039	23.115	18.161	33.442	237.930
2031	10.625	29.462	24.477	75.834	22.420	23.345	18.410	34.161	240.765
2032	10.636	29.644	24.975	76.412	22.806	23.577	18.662	34.895	243.639
2033	10.646	29.828	25.484	76.995	23.200	23.811	18.917	35.645	246.559
2034	10.657	30.013	26.002	77.582	23.600	24.048	19.176	36.411	249.523
2035	10.668	30.198	26.532	78.174	24.007	24.287	19.439	37.194	252.534
2036	10.678	30.385	27.072	78.771	24.421	24.528	19.705	37.993	255.590
2037	10.689	30.574	27.623	79.372	24.842	24.772	19.975	38.810	258.693
2038	10.700	30.763	28.185	79.914	25.255	25.018	20.324	39.644	261.840
2039	10.711	30.953	28.759	80.459	25.675	25.267	20.678	40.496	265.037
2040	10.721	31.145	29.344	81.008	26.103	25.518	21.039	41.366	268.284

4.1.2 Projeção Populacional dos Municípios Integrantes do Consórcio de Japarutuba

Quadro 4.2: Projeção da população a ser atendida pela Unidade de compostagem de Japarutuba/SE, segundo o método do crescimento exponencial.

ANO	MUNICÍPIOS														População Total
	Amparo de São Francisco	Brejo Grande	Cedro de São João	Ilha das Flores	Japarutuba	Japoatã	Malhada dos Bois	Muribeca	Neópolis	Pacatuba	Pirambu	Santana do São Francisco	São Francisco	Telha	
Taxa (%)	0,92	0,84	0,57	0,75	1,36	0,91	1,46	0,55	0,1	0,87	3,2	1,45	2,27	1,48	
2021	2495	8627	6084	8935	19.563	13858	3951	7875	19051	14928	11.599	8260	4386	3442	133.053
2022	2518	8700	6119	9002	19.841	13985	4009	7918	19070	15059	11.911	8381	4486	3494	134.492
2023	2541	8773	6154	9071	20.123	14112	4068	7961	19089	15190	12.231	8503	4589	3546	135.953
2024	2565	8847	6190	9139	20.408	14241	4128	8005	19108	15323	12.559	8628	4695	3599	137.435
2025	2588	8922	6225	9209	20.698	14371	4189	8049	19127	15457	12.896	8754	4802	3653	138.941
2026	2612	8998	6261	9278	20.992	14503	4250	8093	19147	15592	13.243	8883	4912	3708	140.471
2027	2637	9074	6297	9349	21.290	14635	4313	8138	19166	15728	13.598	9013	5025	3763	142.024
2028	2.661	9.150	6.333	9.419	21.593	14.769	4.376	8.182	19.185	15.865	13.963	9.145	5.140	3.819	143.602
2029	2.686	9.228	6.370	9.491	21.899	14.904	4.440	8.227	19.204	16.004	14.338	9.279	5.258	3.876	145.204
2030	2.711	9.306	6.406	9.563	22.210	15.040	4.506	8.272	19.223	16.144	14.723	9.415	5.378	3.934	146.831
2031	2.736	9.384	6.443	9.635	22.526	15.177	4.572	8.318	19.242	16.285	15.119	9.553	5.502	3.993	148.486
2032	2.761	9.464	6.480	9.708	22.845	15.316	4.639	8.363	19.262	16.427	15.525	9.693	5.628	4.053	150.165
2033	2.787	9.544	6.518	9.781	23.170	15.456	4.707	8.409	19.281	16.570	15.942	9.835	5.757	4.114	151.872
2034	2.813	9.625	6.555	9.856	23.499	15.597	4.777	8.455	19.300	16.715	16.370	9.979	5.889	4.175	153.605
2035	2.839	9.706	6.593	9.930	23.832	15.740	4.847	8.502	19.320	16.861	16.809	10.125	6.024	4.238	155.365
2036	2.865	9.788	6.631	10.005	24.171	15.884	4.918	8.549	19.339	17.008	17.261	10.274	6.162	4.301	157.156
2037	2.892	9.871	6.669	10.081	24.514	16.029	4.991	8.595	19.358	17.157	17.724	10.424	6.303	4.365	158.973
2038	2.919	9.954	6.707	10.157	24.850	16.175	5.064	8.643	19.378	17.307	18.300	10.577	6.448	4.431	160.909
2039	2.946	10.038	6.746	10.234	25.190	16.323	5.138	8.690	19.397	17.458	18.895	10.732	6.596	4.497	162.881
2040	2.973	10.123	6.785	10.312	25.535	16.472	5.214	8.738	19.416	17.611	19.510	10.890	6.747	4.564	164.889

4.1.3 Projeção Populacional de Canindé de São Francisco

O Quadro 4.3 exibe as séries históricas populacionais residentes e flutuantes para os anos de 2021 até 2040 para o Município de Canindé do São Francisco, no Estado de Sergipe.

A análise populacional considerou tanto a população residente no município da área do estudo como a população flutuante.

**Quadro 4.3: Evolução Temporal da População do Município de Canindé do
São Francisco SE.**

Ano	População		
	Canindé		Residente e Flutuante Total (hab)
	Flutuante (hab)	Residente (hab)	
2021	11.981	37.400	37.433
2022	12.807	38.868	38.904
2023	13.690	40.393	40.431
2024	14.635	41.979	42.020
2025	15.644	43.626	43.669
2026	16.723	45.339	45.385
2027	17.876	47.118	47.168
2028	19.109	48.968	49.021
2029	20.428	50.890	50.947
2027	17.876	47.118	47.168
2028	19.109	48.968	49.021
2029	20.428	50.890	50.947
2030	21.836	52.887	52.948
2031	23.343	54.963	55.028
2032	24.953	57.120	57.189
2033	26.674	59.362	59.436
2034	28.514	61.692	61.771
2035	30.480	64.114	64.199
2036	32.583	66.630	66.721
2037	34.830	69.246	69.343
2038	37.077	71.863	71.966
2039	39.468	74.580	74.690
2040	42.014	77.399	77.516

4.2 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E RESÍDUOS ORGÂNICOS

Uma vez conhecido o comportamento da evolução populacional e a porcentagem da matéria orgânica, é preciso saber como evolui a geração de resíduos sólidos orgânicos. Para estimar a produção de resíduos sólidos orgânicos ao final de 20 anos será considerado o crescimento da população em função da geração *per capita*, que representa de forma realista a evolução da produção de resíduos nos municípios (Quadro 4.4). Para estimar a quantidade de resíduos sólidos orgânicos considerou-se a porcentagem da matéria orgânica do Quadro 4.5.

Quadro 4.4: Frações da composição dos RSU de municípios sergipanos

Faixa Populacional	Média da fração do resíduo (%)		
	Matéria orgânica	Recicláveis	Rejeitos
Municípios até 10.000 hab	32,3	26,4	41,3
Municípios de 10.001 – 30.000 hab	48,0	27,1	24,9
Municípios de 30.001 – 100.000 hab	70,5	19,2	10,3
Municípios de 100.001 – 250.000 hab	59,2	15,4	25,4
Municípios de 250.001 – 1.000.000 hab	50,6	33,2	16,2

A quantificação dos resíduos para os municípios selecionados considerou as estimativas de geração per capita apresentada no Plano Intermunicipal Sul e Centro Sul, desenvolvido Convênio entre a SEMARH (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos) e a M&C Engenharia (2014), no percentual de resíduos por unidade de tratamento e destinação final e por fim, na geração per capita. O Quadro 4.6 apresenta a geração per capita, segundo o porte dos municípios para estimativa de produção de resíduos.

Quadro 4.5: Geração per capita de resíduos por faixa populacional

Faixa	Faixa populacional (hab)	RSU per capita (kg/hab.dia)
1	Até 30.000	0,82
2	30.001 a 100.000	0,86
3	100.001 a 250.000	0,88
4	250.001 a 1.000.000	0,94
5	1.000.001 a 3.000.000	1,20
6	Acima de 3.000.001	0,95

A unidade de compostagem será projetada para atender a 10% dos resíduos orgânicos dos Municípios contemplados até 20 anos conforme. Este cenário é bem otimista, uma vez que apenas 1,6% dos resíduos orgânicos são tratados no Brasil pela tecnologia de compostagem. Na elaboração do projeto foi adotada a porcentagem de 10% até 20 anos (2040) por ser mais próximo da realidade de unidades de compostagem do Brasil.

O dimensionamento da Unidade de compostagem será dividido em três fases para otimização de área total utilizada ao longo de 20 anos de acordo com o Quadro 4.6.

Quadro 4.6: Fases de dimensionamento da Unidade de compostagem

Fase	Faixa de ano	Unidade de compostagem (%)
1	2021 a 2025	1 a 5
2	2026 a 2030	6 a 10
3	2031 a 2040	10

A quantificação das dos resíduos dos municípios sede do consórcio é mostrado a seguir.

4.2.1 Estância

O aterro sanitário do município de Estância receberá um volume de resíduos sólidos inicial, 2021, correspondente a 214.261 habitantes, abrangendo os municípios de Arauá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Salgado, Santa Luzia do Itanhi e Umbaúba e ao final do projeto, 2040, a população contemplada pelos mesmos municípios será de 260.284, como já detalhada anteriormente no Quadro 4.1.

A estimativa de produção de RSU foi realizada considerando-se a variação da população e da taxa de produção *per capita* ao mesmo tempo, o que representa de forma bastante realista a evolução da produção de RSU nos municípios contemplados (Quadro 4.7).

Quadro 4.7: Estimativa da Produção Anual de RSU total dos municípios contemplados

Ano	População (hab)	Geração Per capita* (kg/hab.dia)	RSU			Resíduo orgânico		
			Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)	Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)
2021	214.261	0,88	188,55	5.656,49	67.877,93	111,6	3.349	40.184
2022	216.737	0,88	190,73	5.721,86	68.662,35	112,9	3.387	40.648
2023	219.250	0,88	192,94	5.788,19	69.458,25	114,2	3.427	41.119
2024	221.801	0,88	195,18	5.855,53	70.266,40	115,5	3.466	41.598
2025	224.389	0,88	197,46	5.923,86	71.086,32	116,9	3.507	42.083
2026	227.016	0,88	199,77	5.993,23	71.918,81	118,3	3.548	42.576
2027	229.684	0,88	202,12	6.063,67	72.764,01	119,7	3.590	43.076
2028	232.392	0,88	204,5	6.135,15	73.621,77	121,1	3.632	43.584
2029	235.142	0,88	206,92	6.207,74	74.492,90	122,5	3.675	44.100
2030	237.930	0,88	209,38	6.281,36	75.376,29	124	3.719	44.623
2031	240.765	0,88	211,87	6.356,19	76.274,34	125,4	3.763	45.154
2032	243.639	0,88	214,4	6.432,08	77.184,99	126,9	3.808	45.694
2033	246.559	0,88	216,97	6.509,17	78.110,01	128,4	3.853	46.241
2034	249.523	0,88	219,58	6.587,41	79.048,96	130	3.900	46.797
2035	252.534	0,94	237,38	7.121,45	85.457,37	120,1	3.603	43.241
2036	255.590	0,94	240,25	7.207,64	86.491,69	121,6	3.647	43.765
2037	258.693	0,94	243,17	7.295,15	87.541,83	123	3.691	44.296
2038	261.840	0,94	246,13	7.383,90	88.606,79	124,5	3.736	44.835
2039	265.037	0,94	249,13	7.474,05	89.688,55	126,1	3.782	45.382
2040	268.284	0,94	252,19	7.565,62	90.787,42	127,6	3.828	45.938

A partir da população estimada para o alcance de 20 anos e de posse destes dados, será calculada a geração de resíduos orgânicos, que servirá como ponto de partida para dimensionamento das áreas de pátio de compostagem pátio de cura e local para abrigar o triturador dos resíduos arbóreos, a peneira e local para armazenamento do composto maturado e peneirado de acordo com o Quadro 4.8.

Quadro 4.8: Estimativa da quantidade de resíduos orgânicos que serão destinados para Unidade de compostagem – 2021-2040

Ano	Unidade de compostagem				
	Resíduo Orgânico (t/dia)	Unidade de compostagem (%)	Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)
2021	111,6	1	2,2	67	803,7
2022	112,9	2	2,3	67,7	813
2023	114,2	3	3,4	102,8	1.233,60
2024	115,5	4	4,6	138,7	1.663,90
2025	116,9	5	5,8	175,3	2.104,20
2026	118,3	6	7,1	212,9	2.554,60
2027	119,7	7	8,4	251,3	3.015,30
2028	121,1	8	9,7	290,6	3.486,70
2029	122,5	9	11	330,7	3.969,00
2030	124	10	12,4	371,9	4.462,30
2031	125,4	10	12,5	376,3	4.515,40
2032	126,9	10	12,7	380,8	4.569,40
2033	128,4	10	12,8	385,3	4.624,10
2034	130	10	13	390	4.679,70
2035	120,1	10	12	360,3	4.324,10
2036	121,6	10	12,2	364,7	4.376,50
2037	123	10	12,3	369,1	4.429,60
2038	124,5	10	12,5	373,6	4.483,50
2039	126,1	10	12,6	378,2	4.538,20
2040	127,6	10	12,8	382,8	4.593,80
TOTAL					69.240,60

Assim, para um período de 20 anos de disposição na Unidade de compostagem tem-se uma demanda de aproximadamente 69.240,60 toneladas de resíduos orgânicos.

4.2.2 Japarutuba

A estimativa de produção de RSU foi realizada considerando-se a variação da população e da taxa de produção *per capita* ao mesmo tempo, o que representa de forma bastante realista a evolução da produção de RSU nos municípios contemplados. (Quadro 4.9).

Quadro 4.9: Estimativa da Produção Anual de RSU total dos municípios contemplados

Ano	População (hab)	Geração Per capita* (kg/hab.dia)	RSU			Resíduo orgânico		
			Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)	Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)
2021	133.053	0,88	117,09	3.512,59	42.151,11	69	2.079	24.953
2022	134.492	0,88	118,35	3.550,59	42.607,06	70	2.102	25.223
2023	135.953	0,88	119,64	3.589,16	43.069,91	71	2.125	25.497
2024	137.435	0,88	120,94	3.628,28	43.539,40	72	2.148	25.775
2025	138.941	0,88	122,27	3.668,04	44.016,51	72	2.171	26.058
2026	140.471	0,88	123,61	3.708,44	44.501,30	73	2.195	26.345
2027	142.024	0,88	124,98	3.749,43	44.993,17	74	2.220	26.636
2028	143.602	0,88	126,37	3.791,09	45.493,12	75	2.244	26.932
2029	145.204	0,88	127,78	3.833,38	46.000,57	76	2.269	27.232
2030	146.831	0,88	129,21	3.876,35	46.516,19	76	2.295	27.538
2031	148.486	0,88	130,67	3.920,03	47.040,36	77	2.321	27.848
2032	150.165	0,88	132,14	3.964,35	47.572,16	78	2.347	28.163
2033	151.872	0,88	133,65	4.009,41	48.112,92	79	2.374	28.483
2034	153.605	0,88	135,17	4.055,17	48.662,06	80	2.401	28.808
2035	155.365	0,88	136,72	4.101,64	49.219,63	81	2.428	29.138
2036	157.156	0,88	138,3	4.148,91	49.786,94	82	2.456	29.474
2037	158.973	0,88	139,9	4.196,90	50.362,79	83	2.485	29.815
2038	160.909	0,88	141,6	4.248,00	50.976,06	84	2.515	30.178
2039	162.881	0,88	143,34	4.300,05	51.600,61	85	2.546	30.548
2040	164.889	0,88	145,1	4.353,06	52.236,72	86	2.577	30.924

A partir da população estimada para o alcance de 20 anos e de posse destes dados, será calculada a geração de resíduos orgânicos, que servirá como ponto de partida para dimensionamento das áreas de pátio de compostagem pátio de cura e local para abrigar o triturador dos resíduos arbóreos, a peneira e local para armazenamento do composto maturado e peneirado de acordo com o Quadro 4.10.

Quadro 4.10: Estimativa da quantidade de resíduos orgânicos que serão destinados para Unidade de compostagem – 2021-2040

Ano	Unidade de compostagem				
	Resíduo Orgânico (t/dia)	Unidade de compostagem (%)	Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)
2021	69,3	1	0,7	20,7	248,4
2022	70,1	2	1,4	42	504,5
2023	70,8	3	2,1	63,7	764,9
2024	71,6	4	2,9	85,9	1.031,00
2025	72,4	5	3,6	108,6	1.302,90
2026	73,2	6	4,4	131,7	1.580,70
2027	74	7	5,2	155,4	1.864,50
2028	74,8	8	6	179,5	2.154,60
2029	75,6	9	6,8	204,2	2.450,90
2030	76,5	10	7,6	229,5	2.753,80
2031	77,4	10	7,7	232,1	2.784,80
2032	78,2	10	7,8	234,7	2.816,30
2033	79,1	10	7,9	237,4	2.848,30
2034	80	10	8	240,1	2.880,80
2035	80,9	10	8,1	242,8	2.913,80
2036	81,9	10	8,2	245,6	2.947,40
2037	82,8	10	8,3	248,5	2.981,50
2038	83,8	10	8,4	251,5	3.017,80
2039	84,9	10	8,5	254,6	3.054,80
2040	85,9	10	8,6	257,7	3.092,40
TOTAL					43.993,90

Assim, para um período de 20 anos de disposição na Unidade de compostagem tem-se uma demanda de aproximadamente 43.993,90 toneladas de resíduos orgânicos.

4.2.3 Canindé de São Francisco

A estimativa de produção de RSU foi realizada considerando-se a variação da população e da taxa de produção *per capita* ao mesmo tempo, o que representa de forma bastante realista a evolução da produção de RSU no município de Canindé de São Francisco. (Quadro 4.11).

Quadro 4.11: Quantidade de resíduos coletados de Canindé do São Francisco-SE

Ano	População Residente e Flutuante Total	Geração Percapita* (kg/hab.dia)	Resíduos Coletados (domiciliar/Público)			Resíduo orgânico		
			Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)	Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)
2021	37.400	0,86	32,16	964,8	11.577,6	21,80	653,94	7.847,30
2022	38.904	0,86	33,46	1003,8	12.045,6	22,68	680,38	8.164,51
2023	40.431	0,86	34,77	1043,1	12.517,2	23,57	707,01	8.484,16
2024	42.020	0,86	36,14	1084,2	13.010,4	24,50	734,87	8.818,45
2025	43.669	0,86	37,56	1126,8	13.521,6	25,46	763,75	9.164,94
2026	45.385	0,86	39,03	1170,9	14.050,8	26,45	793,64	9.523,63
2027	47.168	0,86	40,56	1216,8	14.601,6	27,49	824,75	9.896,96
2028	49.021	0,86	42,16	1264,8	15.177,6	28,58	857,28	10.287,38
2029	50.947	0,86	43,81	1314,3	15.771,6	29,69	890,83	10.689,99
2030	52.948	0,86	45,53	1365,9	16.390,8	30,86	925,81	11.109,68
2031	55.028	0,86	47,32	1419,6	17.035,2	32,07	962,20	11.546,46
2032	57.189	0,86	49,18	1475,4	17.704,8	33,33	1.000,03	12.000,31
2033	59.436	0,86	51,12	1533,6	18.403,2	34,65	1.039,47	12.473,69
2034	61.771	0,86	53,12	1593,6	19.123,2	36,00	1.080,14	12.961,70
2035	64.199	0,86	55,21	1656,3	19.875,6	37,42	1.122,64	13.471,68
2036	66.721	0,86	57,38	1721,4	20.656,8	38,89	1.166,76	14.001,18
2037	69.343	0,86	59,63	1788,9	21.466,8	40,42	1.212,52	14.550,20
2038	71.966	0,86	61,89	1856,7	22.280,4	41,95	1.258,47	15.101,66
2039	74.690	0,86	64,23	1926,9	23.122,8	43,54	1.306,05	15.672,63
2040	77.516	0,86	66,66	1999,8	23.997,6	45,18	1.355,46	16.265,57

A partir da população estimada para o alcance de 20 anos e de posse destes dados, será calculada a geração de resíduos orgânicos, que servirá como ponto de partida para dimensionamento das áreas de pátio de compostagem pátio de cura e local

para abrigar o triturador dos resíduos arbóreos, a peneira e local para armazenamento do composto maturado e peneirado de acordo com o Quadro 4.12.

Quadro 4.12: Estimativa da quantidade de resíduos orgânicos que serão destinados para Unidade de compostagem – 2021-2040

Ano	Unidade de compostagem				
	Resíduo Orgânico (t/dia)	Unidade de compostagem (%)	Diária (t/dia)	Mensal (t/mês)	Anual (t/ano)
2021	21,81	1	0,22	6,5	78,5
2022	22,69	2	0,45	13,6	163,4
2023	23,58	3	0,71	21,2	254,7
2024	24,51	4	0,98	29,4	352,9
2025	25,47	5	1,27	38,2	458,5
2026	26,47	6	1,59	47,6	571,8
2027	27,51	7	1,93	57,8	693,3
2028	28,59	8	2,29	68,6	823,4
2029	29,71	9	2,67	80,2	962,8
2030	30,88	10	3,09	92,6	1.111,70
2031	32,1	10	3,21	96,3	1.155,40
2032	33,36	10	3,34	100,1	1.200,80
2033	34,67	10	3,47	104	1.248,00
2034	36,03	10	3,6	108,1	1.297,00
2035	37,44	10	3,74	112,3	1.348,00
2036	38,91	10	3,89	116,7	1.400,90
2037	40,44	10	4,04	121,3	1.456,00
2038	41,97	10	4,2	125,9	1.511,10
2039	43,56	10	4,36	130,7	1.568,30
2040	45,21	10	4,52	135,6	1.627,60
TOTAL					19.284

Assim, para um período de 20 anos de disposição na Unidade de compostagem tem-se uma demanda de aproximadamente 19.284 toneladas de resíduos orgânicos.

4.3 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM

Após a estimativa da quantidade de resíduos orgânicos até 2040 é possível saber o aporte diário de resíduos, pode-se proceder ao cálculo de dimensionamento da Unidade de compostagem.

A Unidade de compostagem será dimensionada conforme a metodologia proposta por Ministério do Meio Ambiente (2010), que considera que cada pátio deve ser dimensionado para conter o volume de resíduos para um período completo de compostagem ativa, maturação, estocagem, respectivamente. As seguintes considerações foram efetuadas:

- O período de compostagem ativa de 90 dias;
- A densidade aparente do resíduo orgânico foi considerada como sendo de 0,5 t/m³;
- Será assumido que haverá uma retração volumétrica de 50% na fase ativa da compostagem.

4.4 MEMORIAL DE CÁLCULO

4.4.1 Dimensões da leira de compostagem

A norma recomenda que a leira de compostagem deve-se ter a largura entre 2 a 4,5 m e altura até 1,7 m. No projeto será adotado uma leira de 1,5 m de altura (h) e 2,5 m de largura (b) para facilitar em termos operacionais o revolvimento das leiras que será manual. A primeira etapa do dimensionamento será calcular a área de seção transversal (As) da leira de acordo com a equação 1.

$$A_s = \frac{(bxh)}{2} \quad \text{Equação (1)}$$

4.4.2 Cálculo do volume da leira de compostagem (V)

A segunda etapa será calcular o volume da leira (m²) admitindo-se o peso da matéria orgânica compostável (t/dia) e a densidade aparente da matéria orgânica (kg/m³), de posse desses dados o volume da leira pode ser calculado conforme a equação 2:

$$V = \frac{P}{P_{\text{específico}}} \quad \text{Equação (2)}$$

4.4.3 Cálculo do comprimento da leira (L)

A terceira etapa é realizar o cálculo do comprimento da leira (m) é obtido pelo volume da leira (m²) dividido pela área de seção (m) obtido anteriormente de acordo com a equação 3.

$$L = \frac{V}{As} \quad \text{Equação (3)}$$

Para melhor planejamento e execução do projeto, o comprimento da leira adotado será de 2,5 m² conforme solicitado no Termo de Referência emitido pela SETUR - Secretaria de Estado do Turismo.

4.4.4 Cálculo da área da base da leira (Sb)

A quarta etapa corresponde saber a área da base (m) que será calculada multiplicando a base da leira (m) pelo comprimento (m) da mesma de acordo com a equação 4.

$$Sb = bxL \quad \text{Equação (4)}$$

4.4.5

álc

ulo da área de folga para o reviramento (Sf)

A quinta etapa é calcular a área de folga da leira (m²) para o revolvimento, deve-se considerar uma área 100% da base da área da leira (Sb) para revolvimento eficiente do

$$Sf = Sb \quad \text{Equação (5)}$$

processo.

4.4.6 Cálculo da área total ocupada pela leira (So)

A sexta etapa corresponde em calcular a área total ocupada pela leira (m²), devendo-se considerar a soma da área da base com a área de revolvimento de folga.

$$So = Sb + Sf \quad \text{Equação (6)}$$

4.4.7 Cálculo da área útil do pátio (Su)

As leiras de compostagem terão tempo de compostagem de 90 dias (fase ativa+ fase de maturação). Diante dessa informação é possível calcular a sétima etapa que é área útil do pátio ocupada (So) em m² multiplicado pelo tempo de compostagem conforme a equação 7.

$$Su = So \times n^{\circ} \text{ de dias} \quad \text{Equação (7)}$$

4.4.8 Cálculo da área total do pátio (St)

A oitava etapa corresponde calcular a área total do pátio (m²), devendo-se considerar a área útil do pátio (Su) e mais 10% da área útil de do pátio para circulação de veículos e operação com segurança da Unidade.

$$St = Su + 10\%Su \quad \text{Equação (8)}$$

4.4.9 Cálculo do pátio de maturação (S30)

A nona etapa corresponde em calcular a área total do pátio (m²) multiplicando pelo número de dias de maturação do composto, dividindo pelo número de dias de compostagem ativa.

$$St = \frac{St \times \text{no de dias maturação}}{\text{no de dias de compostagem ativa}} \quad \text{Equação (9)}$$

4.4.10 Cálculo da área total da Unidade (Susina)

A última etapa é calcular a área total da Unidade de compostagem (m²), que corresponde a soma de todas as áreas calculadas. Para a área total da usina, somam-se as áreas totais do pátio projetadas com a área para maturação e área de depósito.

$$S_{usina} = St + S30 + S_{depósito} \quad \text{Equação (10)}$$

4.4.11 Dimensionamento do pátio de compostagem de Estância

Com base nos cálculos de dimensionamento da unidade de compostagem foi elaborado em 3 fases para atender os municípios contemplados. A Fase 1 (2021-2025) terá capacidade de receber diariamente 5,8 toneladas de resíduo orgânico na unidade de compostagem. A Fase 2 (2026-2030) terá capacidade de processar diariamente 12,4 toneladas de resíduo orgânico e a Fase 3 (2031-2040) irá processar diariamente até 12,8 toneladas de resíduo orgânico.

De acordo com os cálculos apresentados acima, foram calculados a área de seção, volume, comprimento, área de base, área de folga de revolvimento, área de cada leira, número de leiras, área total das leiras, área útil do pátio de compostagem, área total do pátio de compostagem, área do pátio de cura, área de depósito de ferramentas e área total da unidade de compostagem de acordo com o Quadro 4.13. Para o galpão considerou-se uma área de 225 m² para guardar as ferramentas e para armazenar temporariamente o composto ensacado. A infraestrutura e área de acesso, não serão dimensionadas no projeto da unidade de compostagem, serão utilizados a infraestrutura disponível no aterro sanitário de Estância- SE.

Quadro 4.13: Dimensionamento da Unidade de compostagem

DIMENSIONAMENTO	FASE 1 (2021-2025)	FASE 2 (2026-2030)	FASE 3 (2031-2040)
Capacidade de recebimento de resíduo orgânico da usina de compostagem (t/dia)	5,8	12,4	12,8
Densidade aparente (kg/m ³)	0,5	0,5	0,5
Altura (m)	1,5	1,5	1,5
Base (m)	2,5	2,5	2,5
Área de seção (m ²)	1,9	1,9	1,9
Volume (m ³) /leira	4,7	4,7	4,7
Comprimento (m)	2,5	2,5	2,5
Área da base (m)	6,3	6,3	6,3
Área de folga reviramento	6,3	6,3	6,3
Área da leira (m ³)	12,6	12,6	12,6
Número de leiras (dia)	3,0	4,0	5,5
Área total das leiras	31,4	41,6	68,6
Área útil do pátio de compostagem (m ²)	3.676,2	5.951,2	8.397,5
Área total do pátio de compostagem (m ²)	4.044	6.546,2	9.237,2
Área pátio de maturação (m ²)	2.050	2.050	2.050
Área do depósito (m ²)	225	225	225
Área Útil da Usina (m ²)	6319	8821,2	11.512,2

As Figuras 4.1, 4.2 e 4.3 apresentam o Layout das Fases 1, 2 e 3 dimensionados para Unidade de compostagem.

Figura 4.1: Layout da unidade de compostagem na Fase 1

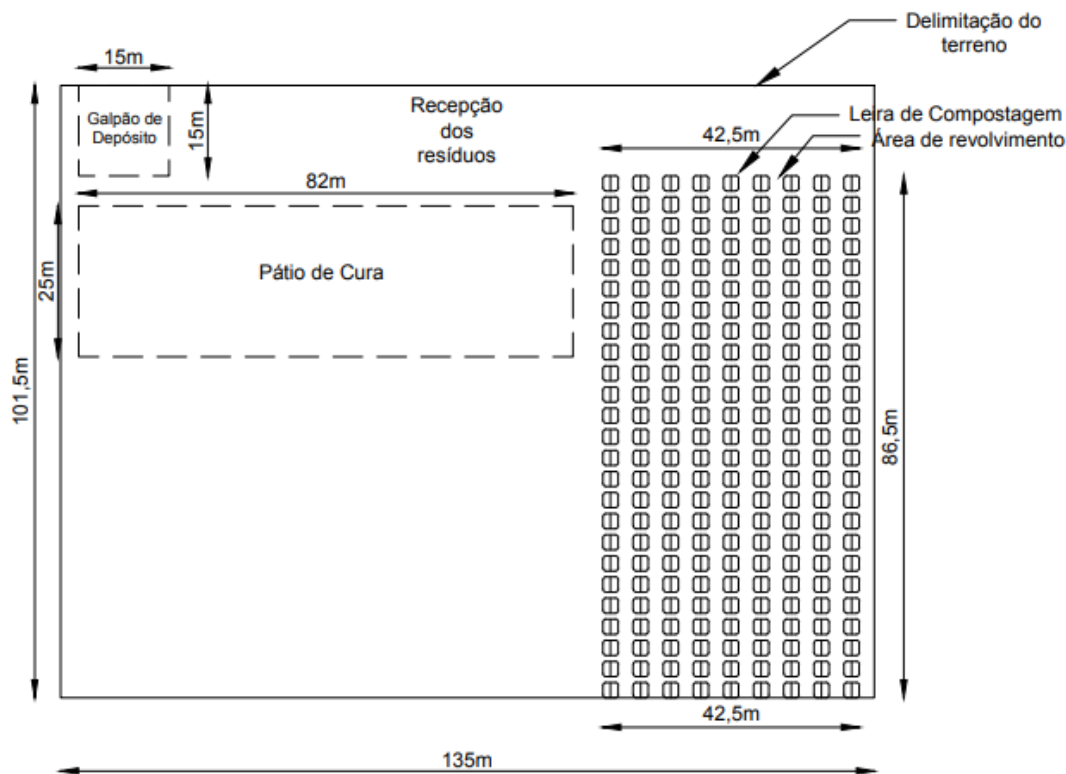


Figura 4.2: Layout da unidade de compostagem na Fase 2.

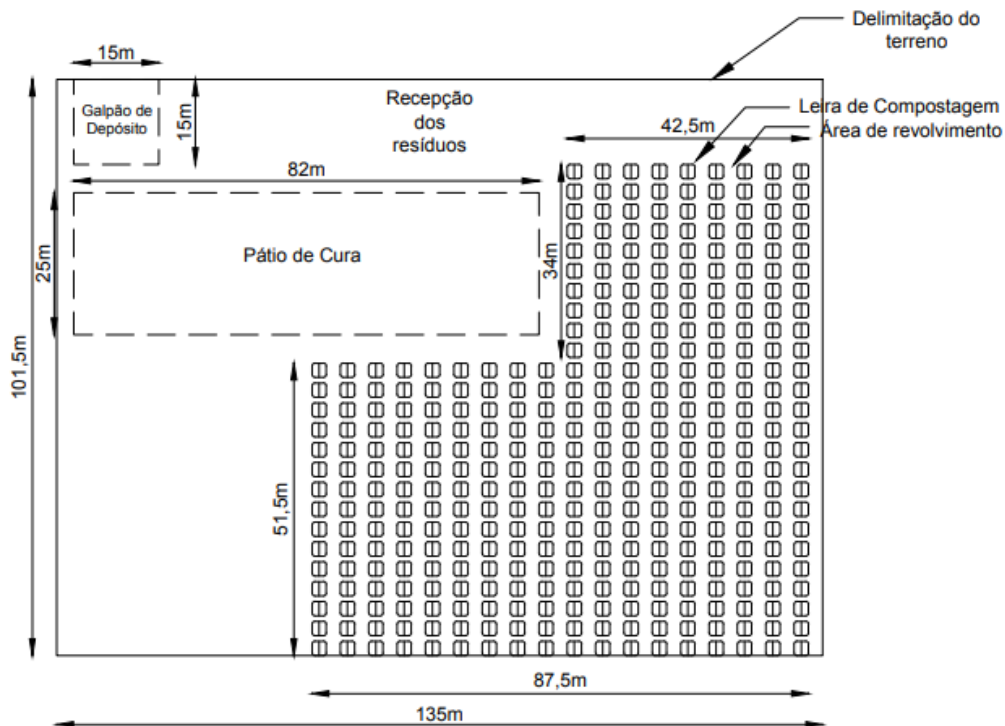
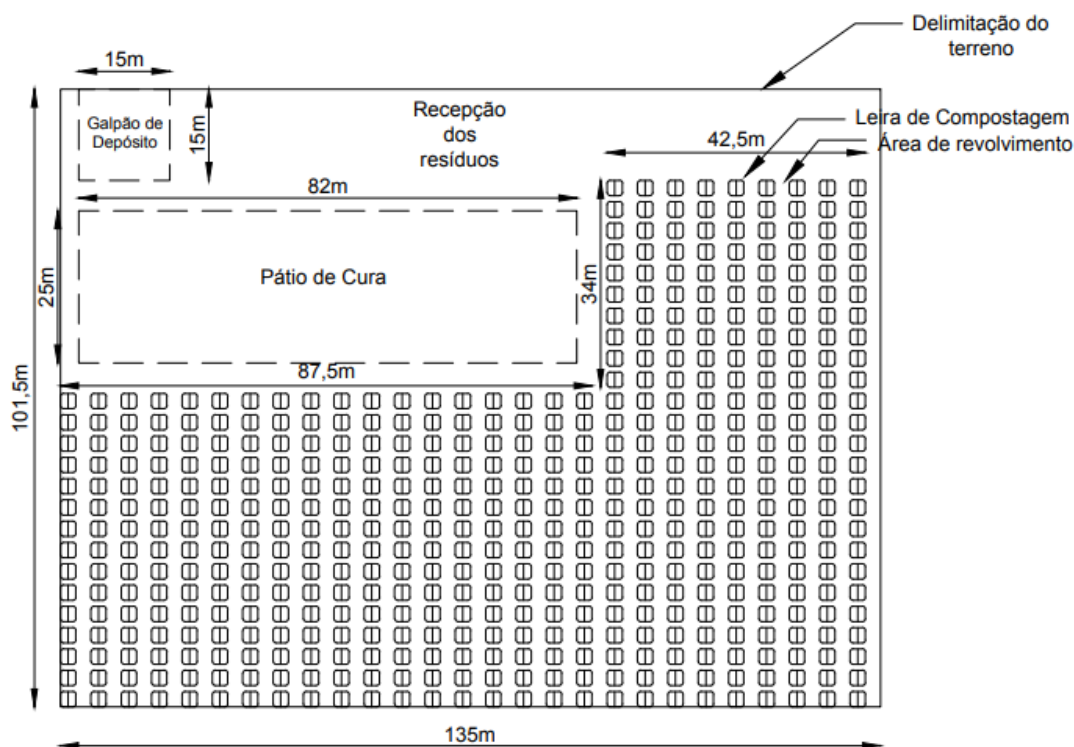


Figura 4.3: Layout da unidade de compostagem na Fase 3.



A Fase 1 terá capacidade de receber 6.618,3 toneladas de resíduos orgânicos para atender 1 a 5% dos resíduos orgânicos dos municípios, a Fase 2 receberá 17.487,9 toneladas de resíduos orgânicos para atender 6 a 10% e a Fase 3 receberá 45.134,40 toneladas de resíduo orgânico para atender a 10% dos resíduos orgânicos dos municípios contemplados com a unidade de compostagem. Assim, para um período de 20 anos de disposição na Unidade de compostagem tem-se uma demanda de aproximadamente 69.240,60 toneladas de resíduos orgânicos.

4.4.12 Dimensionamento do pátio de compostagem de Japarutuba

Com base nos cálculos de dimensionamento da unidade de compostagem foi elaborado em 3 fases para atender os municípios contemplados. A Fase 1 (2021-2025) terá capacidade de receber diariamente 3,6 toneladas de resíduo orgânico na unidade de compostagem. A Fase 2 (2026-2030) terá capacidade de processar diariamente 6,8 toneladas de resíduo orgânico e a Fase 3 (2031-2040) irá processar diariamente até 8,6 toneladas de resíduo orgânico.

De acordo com os cálculos apresentados acima, foram calculados a área de seção, volume, comprimento, área de base, área de folga de revolvimento, área de cada leira,

número de leiras, área total das leiras, área útil do pátio de compostagem, área total do pátio de compostagem, área do pátio de cura, área de depósito de ferramentas e área total da unidade de compostagem de acordo com o Quadro 4.14. Para o galpão considerou-se uma área de 225 m² para guardar as ferramentas e para armazenar temporariamente o composto ensacado.

A infraestrutura e área de acesso, não serão dimensionadas no projeto da unidade de compostagem, será utilizada a infraestrutura disponível no aterro sanitário de Japaratuba- SE.

Quadro 4.14: Dimensionamento da Unidade de compostagem

DIMENSIONAMENTO	FASE 1 (2021-2025)	FASE 2 (2026-2030)	FASE 3 (2031-2040)
Capacidade de recebimento de resíduo orgânico da usina de compostagem (t/dia)	3,6	6,8	8,6
Densidade aparente (kg/m ³)	0,5	0,5	0,5
Altura (m)	1,5	1,5	1,5
Base (m)	2,5	2,5	2,5
Área de seção (m ²)	1,9	1,9	1,9
Volume /leira (m ³)	4,7	4,7	4,7
Comprimento (m)	2,5	2,5	2,5
Área da base (m)	6,3	6,3	6,3
Área de folga reviramento	6,3	6,3	6,3
Área da leira (m ³)	12,6	12,6	12,6
Número de leiras (dia)	1,5	3,0	4,0
Área total das leiras	19,5	41,1	46,2
Área útil do pátio de compostagem (m ²)	1806,3	4.420	5.865
Área total do pátio de compostagem (m ²)	1.986,9	4.862	6.451.5
Área pátio de maturação (m ²)	1.400	1.400	1.400
Área do depósito (m ²)	225	225	225
Área Útil da Usina (m ²)	3.612	6.487	8.077

As Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 apresentam o Layout das Fases 1, 2 e 3 dimensionados para Unidade de compostagem.

Figura 4.4: Layout da unidade de compostagem na Fase 1.

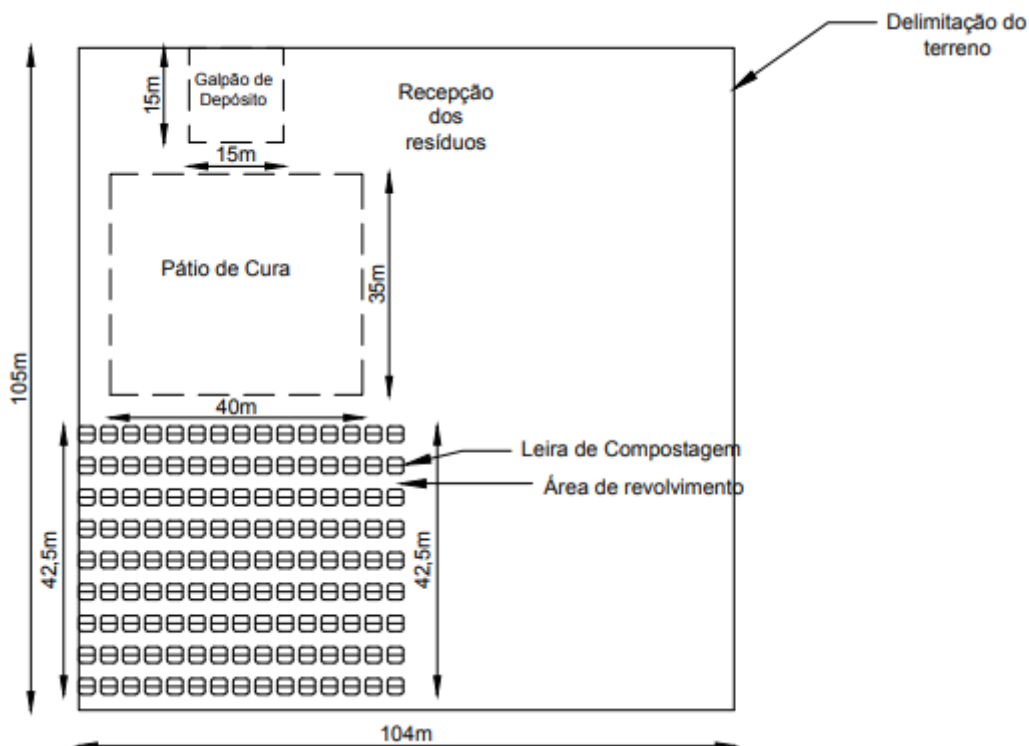


Figura 4.5: Layout da unidade de compostagem na Fase 2.

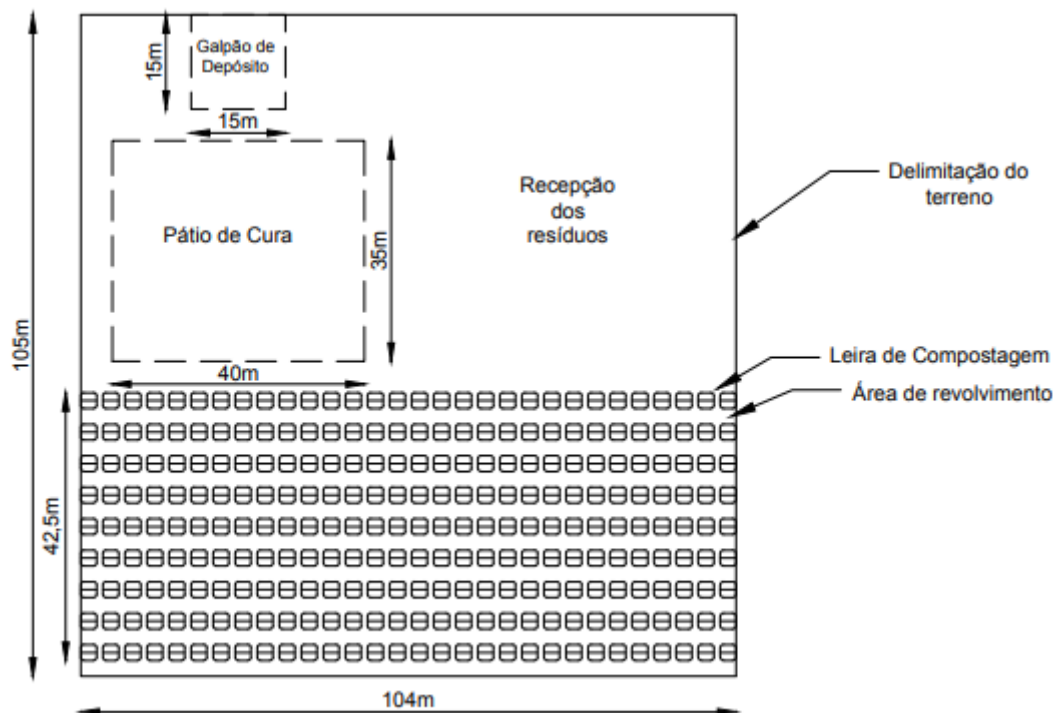
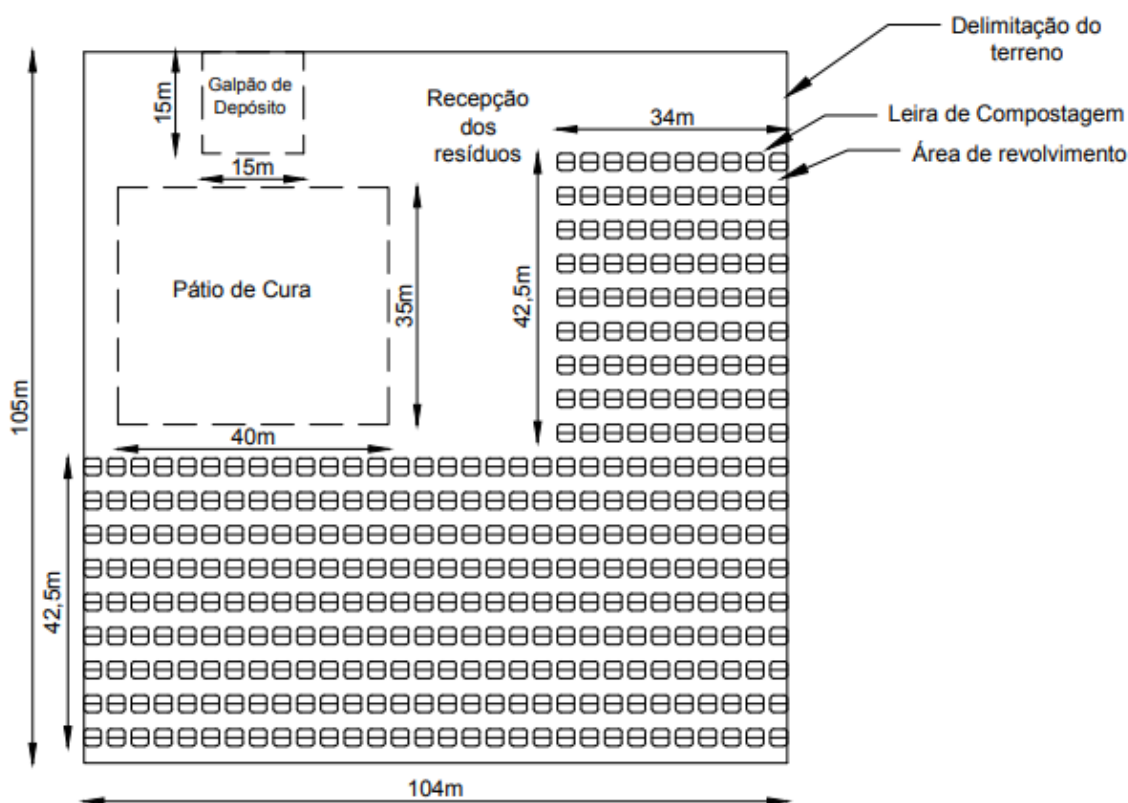


Figura 4.6: Layout da unidade de compostagem na Fase 3.



A Fase 1 terá capacidade de receber **3.851,7** toneladas de resíduos orgânicos para atender 1 a 5% dos resíduos orgânicos dos municípios, a Fase 2 receberá **10.804,40** toneladas de resíduos orgânicos para atender 6 a 10% e a Fase 3 receberá **29.337,80** toneladas de resíduo orgânico para atender a 10% dos resíduos orgânicos dos municípios contemplados com a unidade de compostagem. Assim, para um período de 20 anos de disposição na Unidade de compostagem tem-se uma demanda de aproximadamente 43.993,90 toneladas de resíduos orgânicos.

4.4.13 Dimensionamento do pátio de compostagem de Canindé de São Francisco

Com base nos cálculos de dimensionamento da unidade de compostagem foi elaborado em 3 fases para atender os municípios contemplados. A Fase 1 (2021-2025) terá capacidade de receber diariamente 1,3 toneladas de resíduo orgânico na unidade de compostagem. A Fase 2 (2026-2030) terá capacidade de processar diariamente 2,7 toneladas de resíduo orgânico e a Fase 3 (2031-2040) irá processar diariamente até 4,5 toneladas de resíduo orgânico.

De acordo com os cálculos apresentados acima, foram calculados a área de seção, volume, comprimento, área de base, área de folga de revolvimento, área de cada leira,

número de leiras, área total das leiras, área útil do pátio de compostagem, área total do pátio de compostagem, área do pátio de cura, área de depósito de ferramentas e área total da unidade de compostagem de acordo com o Quadro 4.16. Para o galpão considerou-se uma área de 225 m² para guardar as ferramentas e para armazenar temporariamente o composto ensacado. A infraestrutura e área de acesso, não serão dimensionadas no projeto da unidade de compostagem, serão utilizados a infraestrutura disponível no aterro sanitário de Canindé São Francisco - SE.

Quadro 4.15: Dimensionamento da Unidade de compostagem

DIMENSIONAMENTO	FASE 1 (2021-2025)	FASE 2 (2026-2030)	FASE 3 (2031-2040)
Capacidade de recebimento de resíduo orgânico da usina de compostagem (t/dia)	1,3	2,7	4,5
Densidade aparente (kg/m ³)	0,5	0,5	0,5
Altura (m)	1,5	1,5	1,5
Base (m)	2,5	2,5	2,5
Área de seção (m ²)	1,9	1,9	1,9
Volume/leira (m ³)	4,7	4,7	4,7
Comprimento (m)	2,5	2,5	2,5
Área da base (m)	6,3	6,3	6,3
Área de folga reviramento	6,3	6,3	6,3
Área da leira (m ³)	12,6	12,6	12,6
Número de leiras (dia)	1	1,5	2
Área total das leiras	12,6	18,9	25,2
Área útil do pátio de compostagem (m ²)	1.445	2.189	2.933
Área total do pátio de compostagem (m ²)	1.590	2.408	3.226
Área pátio de maturação (m ²)	750	750	750
Área do depósito (m ²)	225	225	225
Área Útil da Usina (m ²)	2.565	3.383	4.201

As Figuras 4.7, 4.8 e 4.9 apresentam o Layout das Fases 1, 2 e 3 dimensionados para Unidade de compostagem.

Figura 4.7: Layout da unidade de compostagem na Fase 1.

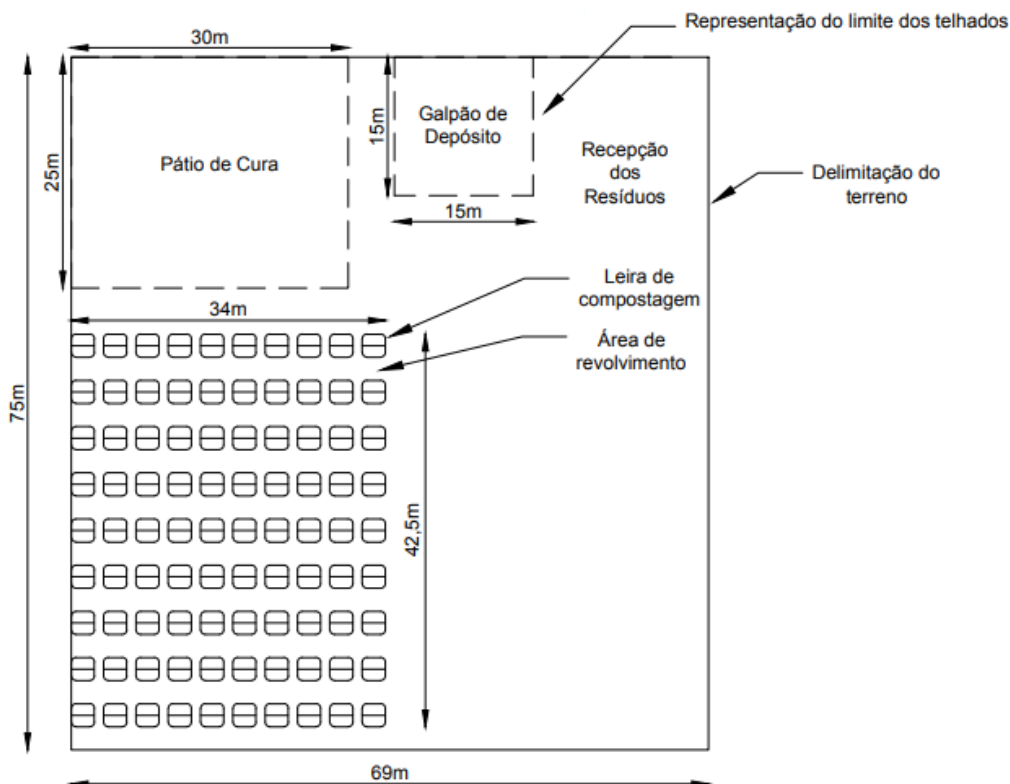


Figura 4.8: Layout da unidade de compostagem na Fase 2.

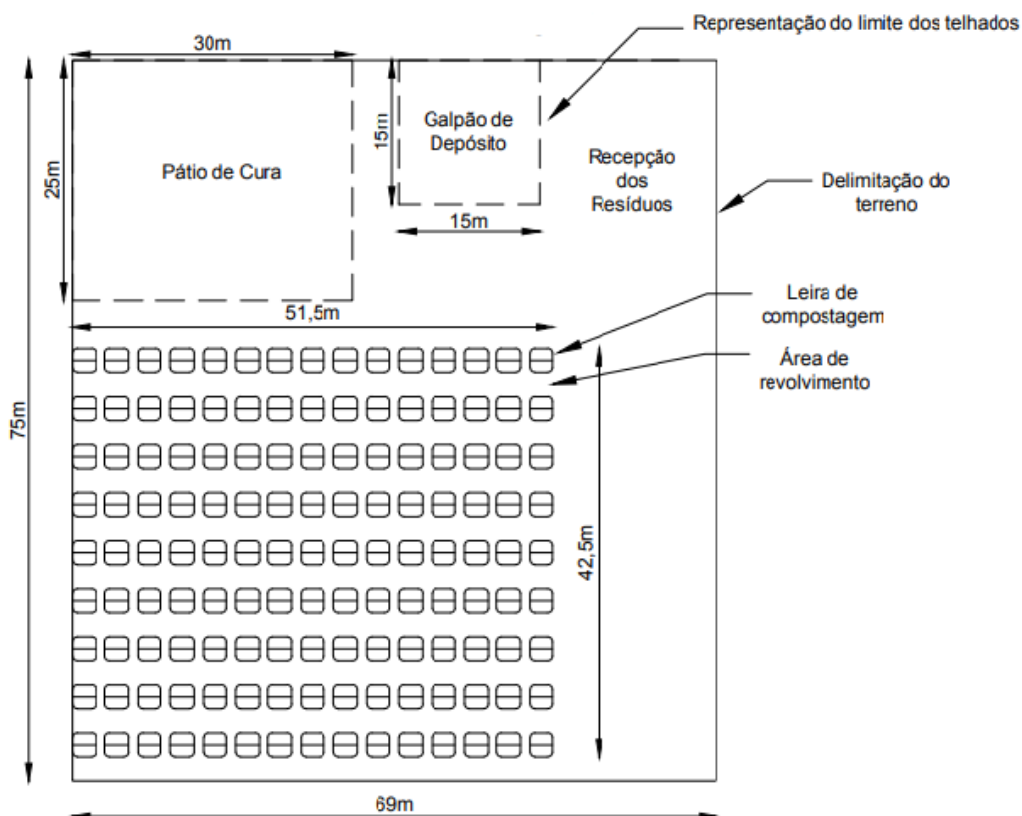
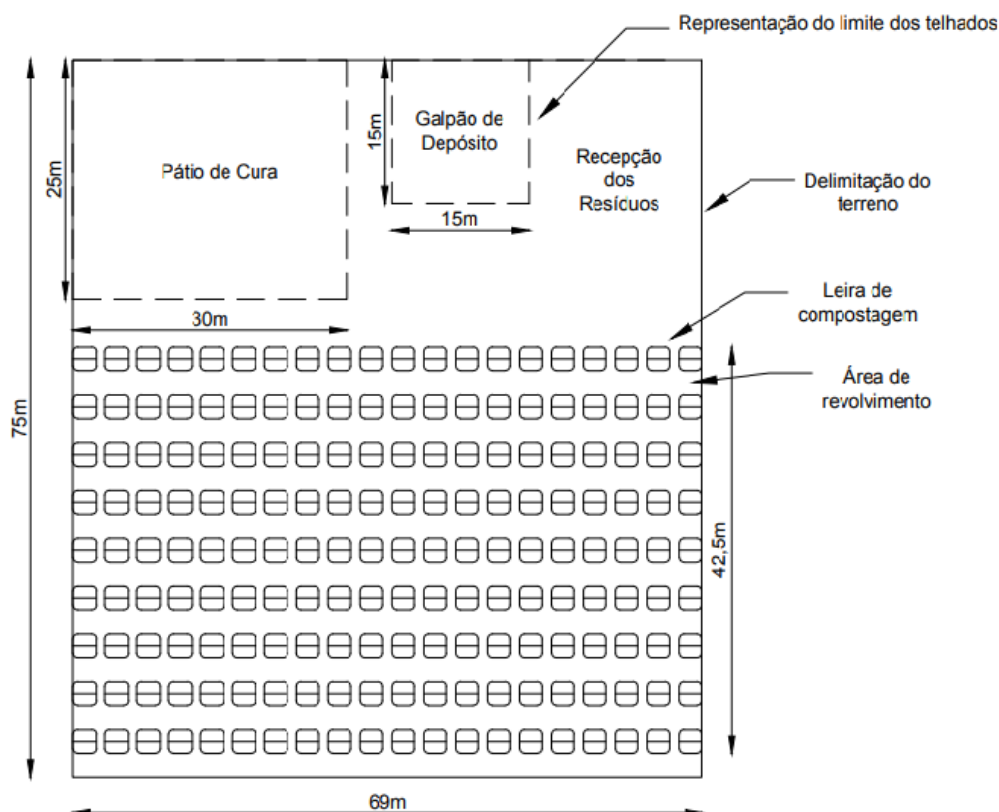


Figura 4.9: Layout da unidade de compostagem na Fase 3.



A Fase 1 terá capacidade de receber **1.308,0** toneladas de resíduos orgânicos para atender 1 a 5% dos resíduos orgânicos dos municípios, a Fase 2 receberá **4.163,0** toneladas de resíduos orgânicos para atender 6 a 10% e a Fase 3 receberá **13.813,0** toneladas de resíduo orgânico para atender a 10% dos resíduos orgânicos dos municípios contemplados com a unidade de compostagem. Assim, para um período de 20 anos de disposição na Unidade de compostagem tem-se uma demanda de aproximadamente **19.284,0** toneladas de resíduos orgânicos.

4.5 OPERAÇÃO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM

A operação das unidades de compostagem terá a mesma metodologia para os três municípios (Estância, Japarutuba e Canindé de São Francisco).

4.5.1 Recepção dos resíduos

Local de recepção onde é descarregado o resíduo domiciliar coletado no município.

Os resíduos orgânicos compostáveis deverão ser encaminhados ao pátio de compostagem para serem agregados ao processo de compostagem diretamente, preferencialmente, após trituração (quando for necessário).

A área de recepção deve ter piso concretado, cobertura, sistemas de drenagem pluvial e dos efluentes gerados no local (no momento da descarga, da limpeza e da higienização). A altura da cobertura deve possibilitar a descarga do resíduo, inclusive o de caminhão-basculante. A via de acesso para o caminhão coletor até a área de recepção deve ser no mínimo, encascalhada, preferencialmente pavimentada, e permitir manobras do veículo coletor.

4.5.2 Montagem da leira no pátio compostagem

O pátio de compostagem é o local onde se executa o processo de compostagem ativa.

A montagem das leiras será no pátio de compostagem com disposição da matéria orgânica previamente segregada na fonte diariamente. As leiras terão formato triangular com 1,5 m de altura, 2,5 m de largura e 2,5 de comprimento, para facilitar em termos operacionais o revolvimento das leiras que será manual.

Ao montar as leiras, o ideal é que a massa de compostagem seja resultante da mistura de vários resíduos orgânicos, tais como resíduos orgânicos (restos de alimentos), restos de culturas vegetais, esterco etc. Se o material estiver muito compactado, adicionar material fibroso, aumentando os vazios, retirar durante os reviramentos os inertes presentes nas leiras; atentar para a presença dos nutrientes essenciais ao processo. Quanto mais diversificados forem os resíduos orgânicos que compõem a leira de compostagem, mais diversificados serão os nutrientes e, conseqüentemente, a população microbiológica, resultando em uma melhor eficiência na compostagem;

A matéria-prima a ser compostada, deve estar livre de materiais inertes. Caso se utilize grama na preparação da leira, deve-se procurar espalhá-la tanto quanto possível, pois a grama tem a tendência de formar uma massa pastosa de lenta degradação.

Quando o resíduo diário não for suficiente para a conformação de uma leira com essas dimensões devem-se agregar as contribuições diárias até que se consiga a conformação geométrica da leira. O revolvimento das leiras será manual com auxílio de pás. Para permitir a circulação de veículos no pátio será aplicada um acréscimo de 100% sobre a área específica das leiras. Nessa etapa é necessário o controle de parâmetros como temperatura, umidade, revolvimento visando a eficiência do processo.

O teor de umidade considerado ótimo encontra-se na faixa entre 45 a 55%. Baixos teores de umidade (<40%) restringem a atividade microbológica, enquanto teores elevados (>65%) causam anaerobiose (Falta de oxigênio).

A aeração tem por finalidade suprir a demanda de oxigênio requerida pela atividade microbológica e atuar como agente de controle da temperatura.

Quando não há circulação de ar adequada, o processo de compostagem sofre uma interrupção, sendo substituído pelo processo de fermentação anaeróbia, ou seja, sem a presença de oxigênio. Este processo gera subprodutos como o chorume e gases fétidos, atraindo insetos e animais indesejáveis.

Para os processos simplificados de compostagem, a aeração é efetuada em função das características da matéria-prima, por meio de ciclos de reviramento pré-determinados.

É importante adicionar materiais estruturantes que favoreçam a circulação do ar no interior das leiras, possibilitando a renovação do ar saturado de gás carbônico e pobre em oxigênio (presente no interior da massa de compostagem) pelo ar atmosférico (rico em oxigênio) além de evitar a compactação da leira. Os materiais estruturantes que podem ser utilizados são cavacos de madeira, gravetos, sabugos de milho ou vagens de árvores auxilia facilitam o processo de aeração, pois melhora a porosidade. Estes materiais, quando não se apresentam totalmente degradados após o período normal da compostagem, deverão ser retornados às leiras novas, pois podem atuar como inoculantes de microrganismos já aclimatados ao processo.

A temperatura é um fator indicativo da eficiência do processo de compostagem.

Durante a fase ativa (degradação), a temperatura deve atingir valores elevados. A temperatura nos primeiros dias (2 a 3 dias) alcança valores entre 50 °C a 60°C, atingindo valores de 65°C a 75 °C antes dos 15 dias de compostagem. A temperatura ideal do processo é de 55 °C. Quando a temperatura cai para 45 °C ou menos, por alguns dias, indica o final da fase de degradação e início da fase de maturação (cura). Na fase de maturação, a temperatura fica entre 35 °C e 45 °C. Após a fase de maturação do composto, a matéria orgânica estará humificada, a temperatura será próxima ou igual a temperatura ambiente.

Além disso, outros parâmetros devem ser monitorados diariamente através de uma inspeção visual, onde se deve verificar a mudança na coloração do material, a emissão

de odores desagradáveis, a presença de vetores e a geração de lixiviados. A ocorrência destes quatro últimos fatores é indicativa de que a operação não está sendo adequada, devendo-se proceder ao devido controle operacional do processo.

Em relação aos possíveis problemas operacionais do processo de compostagem, suas causas e possíveis medidas corretoras visando o controle do processo e a geração de um composto com qualidade satisfatória, sugere-se a consulta à tabela disponível nos Anexos 1,2 e 3 deste documento.

4.5.3 Rotinas de operação da Unidade de compostagem

Para os procedimentos diários serão rigorosamente utilizados os de EPIs. Os funcionários devem:

- Utilizar respirador individual, luvas, botas e aventais, e trocar os uniformes a cada dois dias, ou antes, se necessário;

Umidade: A correção do teor de umidade deve ser realizada durante os reviramentos ou sempre que o material se apresentar muito seco.

Verificar a umidade das leiras: Havendo excesso de umidade, adicionar palha ou materiais fibrosos; cobri-las com uma camada fina de composto maturado e, em período chuvoso, com lona. Se o material estiver muito seco, adicionar água; identificar as leiras, até os 120 dias de compostagem, com placas numeradas;

Em épocas chuvosas, é conveniente que o processo seja conduzido em áreas cobertas, evitando dessa forma o encharcamento do material. Quando isso não for possível, deve-se optar por artifícios como a cobertura da leira com uma camada de composto maturado (10 a 15 cm) ou a cobertura da camada superior (topo) com um cone de lona plástica (“chapéu chinês”). Estes artifícios fazem com que a água de chuva incidente escorra superficialmente à leira, fazendo com que esta não fique saturada de água.

Uma forma prática de avaliar o teor de umidade é apertar uma pequena porção de composto na mão (não se esquecendo de usar luvas de proteção). Quando o material está excessivamente úmido, a água escorre entre os dedos, mas, quando está seco, a palma da mão permanece seca. O ideal é que apenas pequenas gotas de água surjam entre os dedos, o que pode corresponder a um teor de umidade em torno de 50%, considerado ótimo.

Temperatura: Ler e anotar a temperatura diária das leiras durante a fase de degradação ativa, 90 dias, e durante a fase de maturação, 30 dias, até completar o ciclo de 120 dias de compostagem;

Ciclo de reviramento: O revolvimento da massa de compostagem tem três funções básicas: propiciar a aeração da massa, dissipar as altas temperaturas desenvolvidas na fase ativa de degradação e aumentar a porosidade.

Fase de Degradação Ativa: um reviramento a cada 3 (três) dias durante os 30 (trinta) dias iniciais da compostagem e um reviramento semanal até o término da primeira fase (quando não for mais registrada a presença de temperaturas termófilas), totalizando, em média, 90 (noventa) dias.

Fase de Maturação (ou cura): não há necessidade de reviramento. Essa fase prolonga-se por um período complementar de aproximadamente 30 (quarenta) dias.

Outros aspectos relevantes que devem ser levados em consideração para operação e bom funcionamento da unidade de compostagem são:

- Garantir o tamanho de até 5 cm das partículas a compostar;
- Eliminar as moscas, cobrindo as leiras novas com uma camada de composto maturado e dedetizando as canaletas; impedir o armazenamento de resíduos e sucatas no pátio; retirar qualquer vegetação produzida nas leiras. Nos procedimentos mensais as atividades serão:
 - Limpar os ralos e as canaletas de drenagem;
 - Verificar as condições de impermeabilização do piso do pátio e das juntas de dilatação;
 - Testar o funcionamento e substituir, caso necessário, a torneira e a mangueira que abastecem o pátio de compostagem.
- Nos procedimentos semestral ou anual, serão tais como: promover a poda da vegetação no entorno do pátio de compostagem a fim de evitar qualquer sombreamento.
- A unidade deve dispor de sistema de captação e tratamento de efluentes líquidos, que pode ser em fossa séptica com sumidouro ou lagoas de tratamento.

4.5.4 Serviços públicos no local de operação

Deve-se observar se o local de implantação possui acesso aos seguintes tipos de serviços públicos:

- Eletricidade;
- Telefonia;
- Tratamento de esgoto doméstico;
- Água encanada ou poço.

4.5.5 Proteção contra incêndio

As instalações devem ter um sistema de proteção a incêndios, uma vez que a matéria-prima a ser decomposta é seca e que já houve casos reportados de incêndio em usinas de compostagem.

Tipicamente, o composto é pouco inflamável por conter alguma umidade interna. Ainda assim, ele pode entrar em combustão espontaneamente. Normalmente, ignições espontâneas ocorrem quando as pilhas possuem umidade na faixa dos 20 45% e são posteriormente ativadas por atividade microbiana.

O plano de combate a incêndios deve incluir, mas não estar limitado, à:

- Um suprimento prontamente disponível de água pressurizada completo, contendo acesso a fontes públicas de água, mangueiras e eventualmente algum sistema de *sprinklers*;
- Um arruamento acessível pelos equipamentos de combate a incêndios;
- Corredores separando as leiras que permitem o fácil acesso e o impedimento da passagem do fogo entre as pilhas;
- Distâncias de segurança entre materiais inflamáveis;
- Acesso por equipamentos de terraplenagem como pás-carregadeiras, escavadeiras, dentre outros.
- Uma reserva de solo para abafar focos de incêndio em substituição à água.

4.5.6 Estratégia de controle de odores

Todo operador de uma unidade de compostagem deve ter consciência das possíveis fontes de odor da usina. Incluindo os tipos, as condições que potencialmente levam à sua produção, as práticas que os mitigam e o impacto potencial que isto terá na vizinhança.

Existem várias maneiras de se identificar problemas com odores, a seguir destacamos as principais:

- Experiência em usinas semelhantes;
- Medidas de geração de odores;
- Modelagem de odores;
- Monitoramento das fontes de odor.

Principais aspectos relacionados aos odores

O processo de compostagem pode levar à geração de odores. Apesar de existirem muitos aspectos relacionados a esta produção, os quatro aspectos a seguir, já detalhados anteriormente, são os principais:

1. Degradabilidade do composto;
2. Aeração (tamanho da partícula/pilha);
3. Temperatura;
4. Umidade.

Procedimentos recomendáveis na gestão de odores

O procedimento mais completo para mapear o potencial de produção de odores da usina é desenvolvendo um modelo computadorizado para simular as emissões de odor da unidade a ser implantada. Este processo é recomendável, mas não obrigatório e vai depender do potencial de impacto analisado nos estudos ambientais. Os operadores da usina devem ter consciência das diversas tecnologias de controle de odores disponíveis. Estas estão listadas a seguir:

- Biofiltros;
- Lavadores químicos;

- Destruição térmica catalítica;
- Radiação UV (tecnologia mais recente);
- Supressão química de odores.

Além disso, é recomendável que o operador registre todas as reclamações recebidas em um livro e distribua para a população relatórios com reclamações e opiniões para que exista um meio adequado e formalizado.

4.5.7 Pátio de maturação ou cura do composto

Após a fase ativa de degradação, que levará cerca de 90 dias, o material será transferido para o pátio de cura em área coberta. O material será depositado em montes de até 2,5 m de altura, para maturação ou cura do composto. Nessa fase não é necessário o revolvimento da leira e nem controle de temperatura (estabilizada). A maturação do composto será de 30 dias, tempo suficiente para o composto atingir o ponto de humificação (coloração negra e cheiro de terra). Ao final do período de 30 dias, o composto estará pronto para peneiração, estocagem e coleta e análises da qualidade do composto.

4.5.8 Peneiramento e estocagem do composto

Com o auxílio de uma peneira manual ou mecânica rotativa, o peneiramento do composto visa à homogeneização de suas partículas e à garantia do seu aspecto estético para aproveitamento futuro. Pode-se utilizar peneira de malha 3-5 mm para granulometria fina e 10 mm para média. O rejeito da peneira, representa cerca de 15-20%, podendo ser utilizado na formação de novas leiras, servindo como inóculo de microrganismos benéficos ao processo de compostagem. Após o peneiramento o composto será estocado em área coberta e sobre o piso pavimentado, visando manter a qualidade do composto orgânico.

4.5.9 Qualidade do composto orgânico

Há a necessidade da utilização de um conjunto de variáveis para a avaliação em potencial da utilização do composto orgânico. Em sistemas agrícolas, a utilização de composto depende da sua qualidade, principalmente do conteúdo em matéria orgânica, da maturidade, da concentração em nutrientes e da presença ou ausência de substâncias potencialmente perigosas e indesejáveis ao ambiente.

Durante o processo de compostagem, o monitoramento cauteloso dos fatores como umidade, temperatura e aeração é necessário para obtenção de composto orgânico de qualidade, suficiente para atuar como condicionante do solo ou até mesmo como fertilizante orgânico. A estocagem do produto final, também é essencial para garantir essa qualidade.

Para saber a qualidade do composto orgânico é necessário realizar análises físico-químicas e microbiológicas de acordo com as normas estabelecidas. Os fatores físico-químicos são analisados de acordo com a Instrução Normativa nº 25/2009 do MAPA, para caracterizar a qualidade agronômica de fertilizantes orgânicos (BRASIL, 2009). Os fatores microbiológicos conforme a Instrução Normativa nº 27/2006 do MAPA (BRASIL, 2006).

4.6 DESCRIÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DE PROJETO

4.6.1 Impermeabilização da base

A área destinada ao pátio de compostagem deve ser impermeabilizada com camada de argila compactada de 50 cm de espessura, com declividade de 2% a 3% em relação ao ponto de captação de efluentes eventualmente gerados no processo. O projeto de impermeabilização do pátio de compostagem será provavelmente o mesmo adotado pela gleba 2 do aterro sanitário, uma vez que a Unidade de compostagem será instalada dentro da unidade, a fim de reduzir custos de instalação e operação da unidade.

4.6.2 Geração e Drenagem de líquidos lixiviados

Uma drenagem superficial das águas pluviais contribui para uma diminuição da quantidade de percolado produzido em uma unidade de compostagem, uma vez que impede a entrada de águas pluviais provenientes de áreas adjacentes.

O primeiro ponto crítico é o acúmulo de água na área, que, caso fique sob as leiras pode levar à condição de anaerobiose devido ao excesso de umidade, prejudicando a eficiência do processo de compostagem. O segundo é que, devido à elevada quantidade de matéria orgânica, a água que entra em contato com a leira apresenta riscos, tornando-se um efluente perigoso, desse modo não deve ter contato com corpos d'água sem prévio tratamento. Por fim, vale citar que água acumulada pode atrapalhar a própria operação do sistema e das vias de acesso.

Não obstante esses três pontos, há duas peculiaridades do local que devem ser levadas em consideração: espaço restrito da Associação e índice pluviométrico elevado.

Portanto, um plano de gerenciamento das águas pluviais com grande fator de segurança se faz extremamente necessário. Com a decisão de se instalar uma cobertura em todo o pátio, o sistema de drenagem continua sendo necessário para evitar todos os problemas citados, mas terá suas dimensões muito reduzidas, e sua operação será muito simples.

A abertura dos canais pode ser efetuada manualmente, no entanto, foi adotada a dimensão construtiva mínima que pode ser efetuada por uma valeteira que é de 20cm, onde será introduzido uma tubulação de 100mm perfurada, e brita nº 2, envolta por geotêxtil para não haver colmatação do sistema de drenagem.

4.6.3 Sistema de tratamento dos líquidos lixiviados

O sistema de tratamento dos líquidos lixiviados não será projetado pelo projeto. A unidade de compostagem será implantada na mesma gleba do aterro sanitário de Japaratuba, Canindé, Estância a área de tratamento dos efluentes será comum, para diminuir custos de investimento e operação.

4.6.4 Dimensionamento da drenagem de lixiviado Estância

A vazão de lixiviado é estimada de acordo com a seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{t} \cdot P \cdot A \cdot K$$

Onde:

Q = Vazão média de lixiviado (L/s);

P = Precipitação média anual (mm);

A = Área das bases de todas as leiras de compostagem ativa;

t = número de segundos em um ano (s);

K = Coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos (adimensional), Variando segundo a **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Quadro 4.16: Fator K para aterros sanitárias

Peso específico dos resíduos	K (adimensional)
0,4 - 0,7 t/m ³ (pouco compactados)	0,25 - 0,5
> 0,7 t/m ³ (muito compactados)	0,15 - 0,25

Fonte: Manual de dimensionamento aterros (CETESB, sd)

Portanto, teremos:

Considerando o resíduo fracamente compactado, K=0,5, considerando os resíduos com peso específicos de até 0,7t/m³ (pouco compactado).

A precipitação média anual para o município de Estância foi P= 1.594,8mm

A área adotada foi a soma das áreas das bases de todas as leiras de compostagem ativa, portanto, A = 3.093,75 m²

t = número de segundos em um ano (s) 31536000

$$Q = \frac{1}{31536000} \times 1.594,8 \times 3.093,75 \times 0,5$$

$$Q = 0,0782 \text{ l/s}$$

$$Q = 6.758,78 \text{ l/dia}$$

O dreno foi constituído por um tubo PEAD perfurado cujo diâmetro será calculado através da equação de Manning – Strickler:

$$D = 1,55 \left(\frac{n \times Q}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Onde:

D = Diâmetro da tubulação (m)

Q = Vazão a ser drenada (m³/s)

n = Coeficiente de rugosidade (n = 0,012 para tubo de PEAD)

I = declividade em (m/m)

$$D = 1,55 \left(\frac{0,012 \times (7,82 \times 10^{-5})}{\sqrt{0,03}} \right)^{0,375}$$

$$D = 16,43 \text{ mm}$$

Será utilizado drenos do tipo francês, ou seja, drenos com seção retangular com tubo circular de 100mm perfurado, brita nº 2 com o meio drenante, envolto por geotêxtil para evitar colmatação, sendo por meio deles, conduzido o percolado até a ETL.

4.6.5 Dimensionamento da drenagem de lixiviado Japarutuba

A vazão de lixiviado é estimada de acordo com a seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{t} \cdot P \cdot A \cdot K$$

Onde:

Q = Vazão média de lixiviado (L/s);

P = Precipitação média anual (mm);

A = Área das bases de todas as leiras de compostagem ativa;

t = número de segundos em um ano (s);

K = Coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos (adimensional), Variando segundo a Quadro 8:2.

Quadro 4.17: Fator K para aterros sanitárias

Peso específico dos resíduos	K (adimensional)
0,4 - 0,7 t/m ³ (pouco compactados)	0,25 - 0,5
> 0,7 t/m ³ (muito compactados)	0,15 - 0,25

Fonte: Manual de dimensionamento aterros (CETESB, sd)

Portanto, teremos:

Considerando o resíduo fracamente compactado, $K=0,5$, considerando os resíduos com peso específicos de até 0,7t/m³ (pouco compactado).

A precipitação média anual para o município de Japarutuba foi $P= 1.343\text{mm}$

A área adotada foi a soma das áreas das bases de todas as leiras de compostagem ativa, portanto, $A = 2.250 \text{ m}^2$

t = número de segundos em um ano (s) 31536000

$$Q = \frac{1}{31536000} \times 1.343 \times 2.250 \times 0,5$$

$$Q = 0,0479 \text{ l/s}$$

$$Q = 4.139,38 \text{ l/dia}$$

O dreno foi constituído por um tubo PEAD perfurado cujo diâmetro será calculado através da equação de Manning – Strickler:

$$D = 1,55 \left(\frac{n \times Q}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Onde:

D = Diâmetro da tubulação (m)

Q = Vazão a ser drenada (m³/s)

n = Coeficiente de rugosidade ($n = 0,012$ para tubo de PEAD)

I = declividade em (m/m)

$$D = 1,55 \left(\frac{0,012 \times (4,79 \times 10^{-5})}{\sqrt{0,03}} \right)^{0,375}$$

$$D = 13,67 \text{ mm}$$

Será utilizado drenos do tipo francês, ou seja, drenos com seção retangular com tubo circular de 100mm perfurado, brita nº 2 com o meio drenante, envolto por geotêxtil para evitar colmatção, sendo por meio deles, conduzido o percolado até a ETL.

4.6.6 Dimensionamento da drenagem de lixiviado Canindé de São Francisco

A vazão de lixiviado é estimada de acordo com a seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{t} \cdot P \cdot A \cdot K$$

Onde:

Q = Vazão média de lixiviado (L/s);

P = Precipitação média anual (mm);

A = Área das bases de todas as leiras de compostagem ativa;

t = número de segundos em um ano (s);

K = Coeficiente que depende do grau de compactação dos resíduos (adimensional), Variando segundo a Quando 8:1.

Quadro 4.18: Fator K para aterros sanitárias

Peso específico dos resíduos	K (adimensional)
0,4 - 0,7 t/m ³ (pouco compactados)	0,25 - 0,5
> 0,7 t/m ³ (muito compactados)	0,15 - 0,25

Fonte: Manual de dimensionamento aterros (CETESB, sd)

Portanto, teremos:

Considerando o resíduo fracamente compactado, $K=0,5$, considerando os resíduos com peso específicos de até $0,7t/m^3$ (pouco compactado).

A precipitação média anual para o município de Canindé de São Francisco foi $P=582,9mm$

A área adotada foi a soma das áreas das bases de todas as leiras de compostagem ativa, portanto, $A = 1.125 m^2$

t = número de segundos em um ano (s) 31536000

$$Q = \frac{1}{31536000} \times 582,9 \times 1.125 \times 0,5$$

$$Q = 0,010397 l/s$$

$$Q = 898,3 l/dia$$

O dreno foi constituído por um tubo PEAD perfurado cujo diâmetro será calculado através da equação de Manning – Strickler:

$$D = 1,55 \left(\frac{n \times Q}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Onde:

D = Diâmetro da tubulação (m)

Q = Vazão a ser drenada (m³/s)

n = Coeficiente de rugosidade ($n = 0,012$ para tubo de PEAD)

I = declividade em (m/m)

$$D = 1,55 \left(\frac{0,012 \times (1,03 \times 10^{-5})}{\sqrt{0,03}} \right)^{0,375}$$

$$D = 7,68 \text{ mm}$$

Será utilizado drenos do tipo francês, ou seja, drenos com seção retangular com tubo circular de 100mm perfurado, brita nº 2 com o meio drenante, envolto por geotêxtil para evitar colmatção, sendo por meio deles, conduzido o percolado até a ETL.

4.6.7 Sistema de tratamento dos líquidos lixiviados

O sistema de tratamento dos líquidos lixiviados não será projetado pelo projeto. A unidade de compostagem será implantada na mesma gleba do aterro sanitário de Japarutuba, Canindé de São Francisco, Estância a área de tratamento dos efluentes será comum, para diminuir custos de investimento e operação.

4.6.8 Sistema de tratamento de esgotos

O sistema de tratamento de esgotos será o mesmo adotado pela gleba 2 do aterro sanitário de Japarutuba, Canindé, Estância uma vez que a Unidade de compostagem será instalada dentro das mesmas áreas, a fim de reduzir custos de instalação e operação da unidade.

4.6.9 Drenagem pluvial

No pátio de compostagem é necessário instalar um sistema de drenagem de águas pluviais a fim de impedir que o escoamento proveniente de áreas de montante entre em contato com a área do pátio de compostagem, pois estas águas quando em contato com a massa de compostagem podem carrear nutrientes de acordo com Richard (1992).

O projeto de drenagem pluvial do pátio de compostagem será o mesmo adotado pela gleba do aterro sanitário de Japarutuba, Canindé e Estância uma vez que as Unidades de compostagem serão instaladas dentro das unidades de cada Aterro sanitário, a fim de reduzir custos de instalação e operação da unidade.

4.6.10 Acessos internos e externos

Os acessos internos e externos (Guarita, área administrativa) da Unidade de compostagem de Japarutuba, Canindé e Estância serão os mesmos utilizados na gleba

do aterro sanitário de Japarutuba, Canindé e Estância no município de Sergipe, a fim de otimizar áreas em comum e redução de custos de implantação dos acessos.

Os acessos internos e externos serão os mesmos utilizados na gleba do aterro sanitário de Japarutuba, Canindé, Estância no município de Sergipe, a fim de otimizar áreas em comum e redução de custos de implantação dos acessos.

4.7 MONITORAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL

Considerando os impactos ambientais prováveis de ocorrer na operação do pátio de compostagem, recomenda-se um monitoramento das leiras e do meio ambiente subterrâneo de acordo com a Resolução CONAMA nº 481/2017.

O procedimento de monitoramento e controle ambiental será o mesmo para os três municípios.

4.7.1 Monitoramento das leiras no pátio de compostagem

- Durante o processo de compostagem deverá ser garantido o período termofílico mínimo 4 dias, necessário para redução de agentes patogênicos;
- A temperatura deve ser medida e registrada ao menos uma vez por dia durante o período mínimo de higienização (90 dias).
- O responsável pela unidade de Compostagem deverá disponibilizar relatórios de controle da temperatura e da operação dos sistemas de compostagem, ao órgão ambiental competente.
- O revolvimento das leiras deve ser realizado duas vezes por semana durante o período chuvoso, e uma vez por semana no período seco.
- No dia em que houver revolvimento, também haverá deposição de novo material em leiras, com a mistura adequada dos resíduos de poda e cama de cavalo. Esses processos devem ocorrer no mesmo dia, pois o revolvimento libera novos espaços para os resíduos e os equipamentos e equipes são desmobilizados de forma eficiente.
- O processo de compostagem deve garantir uma relação carbono/nitrogênio no composto final menor ou igual a 20:1.
- A exigência prevista no *caput* não se aplica quando o composto for destinado à fabricação de substratos para plantas, condicionadores de solos e como matéria-prima à fabricação de fertilizantes organominerais.

- A relação carbono/nitrogênio deverá ser determinada de acordo com as metodologias analíticas adotadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA ou outros métodos internacionalmente aceitos.
- O composto, para ser produzido, comercializado e utilizado no solo como insumo agrícola deverá, além de atender o previsto nesta Resolução, o que estabelece a legislação pertinente.
- O composto que não for comercializado nos termos da legislação pertinente também deverá atender aos padrões de qualidade estabelecidos pelo MAPA.
- Os lotes de composto que não atenderem aos parâmetros de qualidade ambiental estabelecidos na legislação pertinente, à exceção das substâncias inorgânicas, poderão ser reprocessados para que se adequem aos requisitos mínimos exigidos.
- Quando não for possível o reprocessamento, os lotes deverão ser encaminhados para destinação final ambientalmente adequada.
- O composto deverá ser peneirado com malha de abertura máxima de 40 mm, com exceção do composto destinado à fabricação de substratos para plantas, condicionadores de solos e como matéria-prima para a fabricação de fertilizantes organominerais.
- Os resíduos orgânicos originários dos resíduos sólidos urbanos destinados ao processo de compostagem devem, preferencialmente, ser originados de segregação na origem em, no mínimo, três frações: resíduos recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos.

4.7.2 Monitoramento das águas subterrâneas, águas superficiais e líquidos lixiviados

Considerando os impactos ambientais prováveis de ocorrer na operação do pátio de compostagem, recomenda-se um monitoramento do meio ambiente subterrâneo.

Para garantir que o sistema de impermeabilização esteja funcionando corretamente, é necessário um monitoramento da água subterrânea no entorno do pátio de compostagem. Os poços de monitoramento das Unidades de compostagem de Japarutuba, Canindé e Estância serão os mesmos adotados nos Aterros de Japarutuba, Canindé e Estância.

É recomendado, também, que todos os parâmetros sejam analisados antes da instalação da planta de compostagem, verificando a condição inicial da água subterrânea, e verificando o nível d'água do terreno. Além do primeiro monitoramento antes do empreendimento, recomenda-se a coleta de uma campanha por ano, durante o período chuvoso.

O monitoramento ambiental das águas subterrâneas existentes na região da Unidade de compostagem, será desenvolvido a partir da coleta de amostras das águas para a realização de análises físico-químicas e microbiológicas para verificar possíveis contaminações geradas pela operação da unidade de compostagem.

Em relação às águas subterrâneas, superficiais e lixiviados serão realizadas coletas trimestrais nos poços de monitoramento localizados a montante e jusante das unidades.

Segundo o Manual de Ações Ambientais (NSDOE, 2010), os seguintes parâmetros devem ser analisados tanto para águas subterrâneas quanto para o lixiviado, quando aplicável:

Deverão ser realizadas as seguintes análises de qualidade das águas e lixiviados: Turbidez, Cor, Temperatura, pH, Alcalinidade, Nitrogênio, Fósforo, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos, Sulfatos, Cloretos, Dureza, Coliformes Totais, Metais Pesados.

4.7.3 Controle Ambiental

Em termos de controle ambiental a unidade de compostagem deve atender aos seguintes requisitos mínimos de prevenção e controle ambiental:

- Adoção das medidas de controle ambiental necessárias para minimizar lixiviados e emissão de odores e evitar a geração de chorume;
- Proteção do solo por meio da impermeabilização de base e instalação de sistemas de coleta, manejo e tratamento dos líquidos lixiviados gerados, bem como o manejo das águas pluviais;
- Implantação de sistema de recepção e armazenamento de resíduos orgânicos in natura garantindo o controle de odores, de geração de líquidos, de vetores e de incômodos à comunidade;

- Adoção de medidas de isolamento e sinalização da área, sendo proibido o acesso de pessoas não autorizadas e animais;
- Controle dos tipos e das características dos resíduos a serem tratados.

4.8 INFRAESTRUTURA

As infraestruturas como áreas de acesso de entrada e saída, portaria, unidade administrativa e laboratório serão utilizadas as áreas em comum do Aterro sanitário que serão implantados para os municípios de Estância, Japaratuba e Canindé de São Francisco a fim de reduzir custos de estrutura e operação.

As infraestruturas das Unidades de compostagem de Japaratuba, Canindé e Estância serão compostas por galpão de depósito e pátio de cura.

O pátio de cura de Canindé de São Francisco será construído a partir de estrutura pré-moldada de concreto com área total de 750 m², com piso de concreto sem armadura (25mpa) de 25cm de espessura e telhado com telha metálica.

O pátio de cura de Japaratuba será construído a partir de estrutura pré-moldada de concreto de 25cm com área total de 1.400 m², com piso de concreto sem armadura (25mpa) de 25cm de espessura e telhado com telha metálica

O pátio de cura de Estância será construído a partir de estrutura pré-moldada de concreto com área total de 2.050 m², com piso de concreto sem armadura (25mpa) de 25cm de espessura e telhado com telha metálica.

O galpão de depósito das Unidades de compostagem de Japaratuba, Canindé do São Francisco e Estância serão construídos sob estrutura de alvenaria e telhado com telha metálica, com piso morto de concreto de 25cm de espessura e área total de 225 m².

4.9 RELAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EQUIPAMENTOS E MÃO-DE-OBRA

As quantidades e tipos de equipamentos operacionais e segurança necessários unidades de compostagem de Estância, Japaratuba e Canindé foram baseados no Quadro 4.16 baseado no MMA (2010) estão listados nos Quadro 4.17, 4.18 e 4.19. O Quadro 4.16 contém um exemplo de como devem ser fixados os parâmetros, de tal forma que permitam fazer um orçamento preciso e detalhado das despesas previstas.

Quadro 4.19: Resumo de equipamentos necessários de acordo com o MMA, 2010

Utensílios	Durabilidade (meses)	Durabilidade (ano)	Parâmetro	Tonelada processada/Equipamento/dias no ano
Termômetro de solo (haste 80cm)	12	1	1 por 3 toneladas processadas	3
Peneira manual aço inox (malha 8mm)	12	1	1 por cada revirador de leira	1
Carro de mão	12	1	1 por cada revirador de leira	1
Garfo (10 dentes)	12	1	1 por cada revirador de leira	1
Pá	12	1	1 para 2 toneladas processadas	2
Enxada	12	1	1 para 2 toneladas processadas	2
Mangueira 50m (3/4")	12	1	1 por 2 toneladas processadas	2
Regador (10 litros)	12	1	1 por 2 toneladas processadas	2
Tambor (200 litros)	12	1	1 por 3 por tonelada processadas	3
Vassoura	2	0,17	1 para 2 trabalhadores de pátio	0,5
Vassoura metálica	6	0,50	1 para 2 trabalhadores de pátio	0,5
Balde (20 litros)	2	0,17	1 por 2 toneladas processadas	2
Sacos de rafia 60kg (armazenamento do composto)	17 sacos para processar 1 t	Para cada quilo de resíduos entregues na unidade, meio quilo de composto	17	365

Quadro 4.20: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Estância

Anos de Projeto	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040		
Quantidade Compostada (t/dia)	2,2	2,3	3,4	4,6	5,8	7,1	8,4	9,7	11	12,4	12,5	12,7	12,8	13	12	12,2	12,3	12,5	12,6	12,8	QDE Total	
Termômetro de solo (haste 80cm)	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	65
Peneira manual aço inox (malha 8mm)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
Carro de mão	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
Garfo (10 dentes)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
Pá	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	97
Enxada	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	97
Mangueira 50m (¾")	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	97
Regador (10 litros)	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	97
Tambor (200 litros)	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	65
Vassoura	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
Vassoura metálica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
Balde (20 litros)	7	7	10	14	17	21	25	29	33	37	38	38	38	39	36	37	37	38	38	38	38	577
Sacos de rafia (armazenamento do composto)	6826	7136	10549	14272	17995	22028	26061	30094	34128	38471	38781	39402	39712	40333	37230	37851	38161	38781	39092	39712		596611

Quadro 4.21: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Japarutuba

Anos de Projeto	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040		
Quantidade Compostada (t/dia)	0,7	1,4	2,1	2,9	3,6	4,4	5,2	6	6,8	7,6	7,7	7,8	7,9	8	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	QDE. TOTAL	
Termômetro de solo (haste 80cm)	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	41
Peneira manual aço inox (malha 8mm)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
Carro de mão	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
Garfo (10 dentes)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
Pá	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62
Enxada	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62
Mangueira 50m (¾")	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62
Regador (10 litros)	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62
Tambor (200 litros)	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	41
Vassoura	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
Vassoura metálica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
Balde (20 litros)	2	4	6	9	11	13	16	18	20	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	367
Sacos de ráfia (armazenamento do composto)	2172	4344	6515	8997	11169	13651	16133	18615	21097	23579	23889	24200	24510	24820	25130	25441	25751	26061	26371	26682		379126

Quadro 4.22: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Canindé de São Francisco

Anos de Projeto	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040		
Quantidade Compostada (t/dia)	0,22	0,45	0,71	0,98	1,27	1,59	1,93	2,29	2,67	3,09	3,21	3,34	3,47	3,6	3,74	3,89	4,04	4,2	4,36	4,52	QDE TOTAL	
Termômetro de solo (haste 80cm)	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	18
Peneira manual aço inox (malha 8mm)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40
Carro de mão	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40
Garfo (10 dentes)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40
Pá	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	27
Enxada	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	27
Mangueira 50m (¾")	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	27
Regador (10 litros)	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	27
Tambor (200 litros)	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	18
Vassoura	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
Vassoura metálica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
Balde (20 litros)	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	161
Sacos de rafia (armazenamento do composto)	683	1396	2203	3040	3940	4933	5988	7105	8284	9587	9959	10362	10766	11169	11603	12069	12534	13031	13527	14023	166201	

Cada Unidade ainda deverá contêm um triturador de resíduos orgânicos para diminuir o tamanho das partículas e uma balança analítica para pesagem e controle da quantidade de resíduo que será utilizado nas Unidades, como mostrado no Quadro 4.20.

Quadro 4.23: Equipamentos necessários para montagem das leiras de compostagem para os municípios de Estância, Japaratuba e Canindé de São Francisco

Equipamentos	Quantidade
Triturador de resíduo orgânico	1
Balança 1000 kg	1

Nas atividades da rotina de operação da unidade de compostagem, os funcionários estão expostos a situações de risco geradas pela operação do pátio de compostagem, pela própria composição das leiras, que geraram uma poeira de material particulado que pode ser aspirado e podem conter patógenos e por isso o contato precisa ser evitado.

Para minimizar os riscos e a exposição dos funcionários, recomenda-se o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Treinamentos específicos que orientem os colaboradores como se deve operar uma usina de compostagem com segurança.

O quantitativo de funcionários é apresentado nos quadros 4.21, 4.22 e 4.23.

Quadro 4.24: Quadro de funcionários para o pátio de compostagem do aterro de Estância

Funcionários	Quantidade
Encarregado	1
Montador de leira	3
Revirador de leira	4
Auxiliar de pátio	1
Total	9

Quadro 4.25: Quadro de funcionários para o pátio de compostagem do aterro de Japaratuba

Funcionários	Quantidade
Encarregado	1
Montador de leira	2
Revirador de leira	3
Auxiliar de pátio	1
Total	7

Quadro 4.26: Quadro de funcionários para o pátio de compostagem do aterro de Canindé de São Francisco

Funcionários	Quantidade
Encarregado	1
Montador de leira	1
Revirador de leira	2
Auxiliar de pátio	1
Total	5

Os EPIs importantes para operação no pátio são: botas, luvas, máscara respiratória e capacete (Quadros 4.24, 4.25 e 4.26). E os treinamentos precisam ser dados a todos os funcionários que passarão a trabalhar no pátio, com reciclagem dos conceitos pelo menos uma vez por ano. Aos funcionários que não trabalharão diretamente com a compostagem os treinamentos também são desejáveis, já que se trata de um local onde os colaboradores convivem e interagem.

Quadro 4.27: Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Estância

Equipamentos de proteção individual (EPI) funcionários	Durabilidade (meses)	Parâmetro	Quantidade de EPI / ano	Quantidade de EPIs Total
Uniforme	12	2 por pessoa por ano	2	360
Bota	12	1 por pessoa por ano	1	180
Protetor auricular	12	3 por operador do triturador por ano	3	60
Boné	12	2 por pessoa por ano	2	360
Máscara protetora	6	2 por pessoa por ano	2	360
Capacete	12	1 por pessoa por ano	1	180
Crachá	12	1 por pessoa por ano	1	180

Quadro 4.28 Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Japarutuba.

Equipamentos de proteção individual (EPI) funcionários	Durabilidade (meses)	Parâmetro	Quantidade de EPI / ano	Quantidade Final para final de projeto
Uniforme	12	2 por pessoa por ano	2	280
Bota	12	1 por pessoa por ano	1	140
Protetor auricular	12	3 por operador do triturador por ano	3	60
Boné	12	2 por pessoa por ano	2	280
Máscara protetora	6	2 por pessoa por ano	2	280
Capacete	12	1 por pessoa por ano	1	140
Crachá	12	1 por pessoa por ano	1	140

Quadro 4.29 Equipamentos necessários para operação da Unidade de compostagem de Canindé de São Francisco.

Equipamentos de proteção individual (EPI) funcionários	Durabilidade (meses)	Parâmetro	Quantidade de EPI / ano	Quantidade Final para final de projeto
Uniforme	12	2 por pessoa por ano	2	200
Bota	12	1 por pessoa por ano	1	100
Protetor auricular	12	3 por operador do triturador por ano	3	60
Boné	12	2 por pessoa por ano	2	200
Máscara protetora	6	2 por pessoa por ano	2	200
Capacete	12	1 por pessoa por ano	1	100
Crachá	12	1 por pessoa por ano	1	100

ANEXOS



ANEXO 1. FICHA DE CONTROLE DA LEIRA

Cronologia	Temperaturas (°C)		Cronologia	Temperaturas (°C)		Cronologia	Temperaturas (°C)		Cronologia	Temperaturas (°C)	
	Arriba	Base		Arriba	Base		Arriba	Base		Arriba	Base
1			1			1			1		
2			2			2			2		
3			3			3			3		
4			4			4			4		
5			5			5			5		
6			6			6			6		
7			7			7			7		
8			8			8			8		
9			9			9			9		
10			10			10			10		
11			11			11			11		
12			12			12			12		
13			13			13			13		
14			14			14			14		
15			15			15			15		
16			16			16			16		
17			17			17			17		
18			18			18			18		
19			19			19			19		
20			20			20			20		
21			21			21			21		
22			22			22			22		
23			23			23			23		
24			24			24			24		
25			25			25			25		
26			26			26			26		
27			27			27			27		
28			28			28			28		
29			29			29			29		
30			30			30			30		
31			31			31			31		

Montagem	LEIRA
/	Nº
/	007

ADICIONADA	DIVIDIDA
Nº	Nº
/	006

*** OCORRÊNCIAS:**
 1 - Temperatura Alta
 2 - Temperatura Baixa
 3 - Umidade Alta
 4 - Umidade Baixa
 5 - Presença Moscas e/ou outros
 6 - Presença de Líquidos / Chuva
 7 - Temperatura e Umidade Normais

**** PROVIDÊNCIAS:**
 A - Revestimento Simples
 B - Revestimento com Umidificante
 C - Revestimento com Agregado de Pedra
 D - Abertura para Secagem ou ventilação
 E - Mudança/alteração de conformação
 F - Limpeza do Entorno
 G - Supressão da Leira
 H - Adição ou redução de leiras

Fonte: MMA (2012)

ANEXO 2. MEDIDAS DE CONTROLE DA COMPOSTAGEM

	Problema	Possíveis causas	Medidas a ser tomada
FASE ATIVA DA COMPOSTAGEM	Pilha demora mais que 5 dias para esquentar (temperatura entre 50- 60 °C).	Material muito seco	Adicionar água à massa de compostagem e manter umidade a 55%
		Material excesso de umidade	Adicionar à massa de compostagem, composto maturado seco, terra vegetal seca ou material palhoso seco.
		Material rico em carbono	Adicionar material nitrogenado: grama, lodo de esgoto, esterco de animal, fração orgânica do RSU, etc...
		Material rico em nitrogênio	Adicionar material carbonáceo: folhas secas, capim seco, etc...
		Material muito compactado	Adicionar material que promova a porosidade da massa da compostagem: cavaco de madeira, palha de vegetais, etc...
		Baixa atividade microbiológica	Adicionar à massa da compostagem certa quantidade de matéria orgânica de RSU ou esterco e promover uma mistura criteriosa desses materiais.
		Emissão de maus odores da pilha de compostagem	Tamanho da partícula muito grande
	Volatilização de amônia, devido a alta temperatura e pH alcalino (acima 8,0)		Revirar a massa de compostagem e modificar a configuração geométrica para obter menores temperaturas
	Anaerobiose (falta oxigênio) devido ao excesso de umidade		Adicionar composto maturado seco à massa de compostagem e cobrir a leira com uma camada de 15 cm de composto maturado.
	Anaerobiose (falta oxigênio) devido ao longo ciclo de revolvimento		Seguir o ciclo correto de reviramento.
	Produção e liberação de chorume da pilha de compostagem	Excesso de umidade da massa de compostagem	Corrigir o excesso de umidade e lavar a área afetada do pátio.
	Aumento de umidade das pilhas no período chuvoso	Anaerobiose devido ao excesso de umidade e produção de chorume.	Manter as leiras operando com umidade mínima (45%) e cobri-las com composto maturado seco.
	Atração de moscas e mosquitos nas pilhas de compostagem	Material seco em putrefação (leira molhada).	Cobrir a leira com uma camada de 15 cm de material palhoso durante os primeiros 10 dias (três primeiros revolvimentos).
		Anaerobiose da massa de compostagem por excesso de umidade ou falta de oxigenação.	Seguir as medidas citadas anteriormente.

	Problema	Possíveis causas	Medidas a ser tomada
FASE DE MATURAÇÃO	Pilha registra temperatura alta	Presença de pouca quantidade de material ativo: a pilha permanece quente por 5 a 8 dias.	Deixar a pilha em repouso para que a maturação se processe normalmente e a temperatura caia para faixa mesofílica (< 45 °C).
		Presença de grande quantidade de material ativo: material não está completamente degradado como deveria.	Continuar com o processo de compostagem (fase ativa) até que a temperatura permaneça na faixa mesofílica.
	Emissão de odor, atração de vetores (fatos que jamais deverão ocorrer na fase de maturação)	1ª fase de compostagem malfeita processo mal operado.	Compostar o material com as recomendações sugeridas.
	Geração espontânea de vegetação nas pilhas em maturação	Colonização de sementes por pássaros, ventos, etc.	Retirar toda e qualquer vegetação das pilhas.
Colonização emergente do próprio material (controle precário na 2ª do processo). Ex. ervas daninhas.		Não utilizar o material em atividades agrícolas nobres (hortas, jardins, Etc.) e retoma-lo parcialmente para leiras novas.	

Fonte: MMA (2012)

ANEXO 3. CONTROLE DE REVOLVIMENTO DE LEIRAS

DATA	LEIRA (Nº)	15 dias	18 dias	39 dias	PRÉ-MATURAÇÃO	MATURAÇÃO
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						
//						

Fonte: MMA (2012)

