

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS
ORGÂNICOS POR MEIO DA COMPOSTAGEM (STROC) EM UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO EM SÃO LUÍS/MA**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n1-122>

Data de submissão: 13/12/2024

Data de publicação: 13/01/2025

Daniel Rocha Pereira

Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia - BIONORTE
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
E-mail: daniel.rocha.drp@gmail.com
ORCID: orcid.org/0000-0002-7048-8027
LATTES: lattes.cnpq.br/7706265054412490

Thiago Rafael Gonçalves Duarte

Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano
Universidade Federal do Pará - UFPA
E-mail: thiagorgduarte@icloud.com
ORCID: orcid.org/0009-0002-4747-0790
LATTES: lattes.cnpq.br/1732731565400484

Sarah Bianca Neves de Sousa

Técnico em Administração e Meio Ambiente
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA Pleno Rio Anil)
E-mail: sarahneves1200@gmail.com
ORCID: orcid.org/0009-0001-8645-2002
LATTES: lattes.cnpq.br/3971547639683667

Lara Victoria de Sousa Machado

Acadêmica de Pedagogia
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
E-mail: laravicmach@outlook.com
ORCID: orcid.org/0009-0001-9622-0694
LATTES: lattes.cnpq.br/3036517949525076

Osman José de Aguiar Gerude Neto

Doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia - BIONORTE
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
E-mail: osmangerude@hotmail.com
ORCID: orcid.org/0000-0003-3979-1922
LATTES: lattes.cnpq.br/1199184922159968

Fillipe Miranda de Albuquerque

Mestrando em Meio Ambiente
Universidade CEUMA
E-mail: fillipe_miranda@hotmail.com
ORCID: orcid.org/0009-0009-3295-6609
LATTES: lattes.cnpq.br/7879249466856870

Alexsandro Ferreira dos Santos

Doutor em Ciências da Saúde
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
E-mail: fs_alexsandro@yahoo.com.br
ORCID: orcid.org/0000-0001-7470-4607
LATTES: lattes.cnpq.br/7288050405760370

Rita de Cássia Mendonça de Miranda

Doutora em Biologia de Fungos
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
E-mail: rita.miranda@ceuma.br
ORCID: orcid.org/0000-0003-2116-1797
LATTES: lattes.cnpq.br/1952235749528138

RESUMO

A maior parte dos resíduos gerados na sociedade é de natureza orgânica e uma grande parcela ainda é descartada de forma inadequada, quando poderia ser tratada de maneira mais benéfica. A compostagem é uma dessas formas de tratamento, sendo não apenas economicamente viável, mas também ambientalmente justificável, pois auxilia na produção de composto orgânico para adubação. O objetivo desta pesquisa é desenvolver um Sistema de Tratamento de Resíduos Orgânicos por meio da Compostagem (STROC) e analisar a qualidade do composto produzido, visando à disposição ambientalmente adequada dos resíduos gerados em um restaurante escola em São Luís/MA. Para tanto, os resíduos foram quantificados e classificados, sendo então utilizados no dimensionamento do STROC. O composto resultante foi submetido a análises químicas para avaliação de sua qualidade. Os resultados demonstraram que o dimensionamento do STROC foi eficiente, tratando 3.074,35 kg de resíduos orgânicos, evitando seu descarte em locais inadequados, e gerando um produto de alta qualidade. Este sistema apresenta potencial para ser replicado em contextos semelhantes. Conclui-se que o tratamento adequado dos resíduos orgânicos do restaurante escola resulta em um produto de valor agregado, que pode ser utilizado na recuperação de áreas degradadas, na produção de alimentos, além de oferecer benefícios socioambientais às comunidades do entorno.

Palavras-chave: Carbono/Nitrogênio. Restaurante Escola. Biocatalisador.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, vivemos em uma era de consumo excessivo, marcada pela produção massiva de resíduos, especialmente os orgânicos, o que gera desafios no gerenciamento desses materiais, evidenciados por aterros sanitários sobrecarregados e pelo baixo aproveitamento de técnicas sustentáveis, como a compostagem, cuja negligência não apenas impede a geração de riqueza, mas também priva a sociedade de alternativas para produzir energia e gás, conforme destacado por Varenholt (2015).

Grande parte dos resíduos gerados é de natureza orgânica e frequentemente destinada a locais inadequados, contudo, essa fração poderia ser tratada de maneira a gerar diversos benefícios econômicos, ambientais e sociais. Nesse contexto a compostagem surge como uma solução eficiente, sendo um processo economicamente viável e ambientalmente benéfico, capaz de produzir composto orgânico adequado para adubação, segundo Inácio (2010).

O processo de compostagem, citado anteriormente, consiste na exclusão controlada de matéria orgânica por microrganismos, resultando em uma redução superior a 60% no volume de resíduos, o que evidencia sua eficiência como técnica de manejo sustentável. O material gerado, conhecido como composto orgânico ou biofertilizante, é um produto estável que pode ser utilizado como condicionador de solo ou fertilizante, contribuindo para o enriquecimento do solo e a melhoria da produtividade agrícola. No entanto, como alertado por Massukado (2008), a qualidade agrônômica do produto final pode ser comprometida caso os resíduos não sejam especialmente segregados ou sejam misturados, reforçando a importância de um manejo criterioso durante o processo de compostagem.

O composto orgânico é produzido por meio de fermentação anaeróbica de matéria orgânica. Esse adubo natural melhora a produção agrícola sem os riscos de contaminação química, além de reduzir os custos de produção, conforme observa Kiehl (2005). Além disso, a prática da compostagem ajuda a prolongar a vida útil dos aterros sanitários, reforçando suas previsões econômicas e sustentáveis. Grossi e Valente (2002) destacam que a compostagem beneficia a qualidade dos solos, contribuindo para um manejo ambiental mais equilibrado.

No âmbito escolar, a implementação de programas de compostagem é ainda mais significativa. Essa iniciativa promove a interdisciplinaridade, integrando ensino e pesquisa, além de tornar as aulas mais dinâmicas e estimulantes. Costa et al. (2011) apontam que atividades como essas despertam nos alunos a curiosidade e o espírito investigativo, fundamentais para o aprendizado ativo e transformador.

Diante desse contexto, justifica-se a criação de sistemas de tratamento de resíduos orgânicos, especialmente em ambientes escolares, como restaurantes-escola. Esta proposta visa não apenas uma destinação ambientalmente correta dos resíduos gerados, mas também a promoção de práticas de

educação ambiental, o reaproveitamento do composto gerado para atividades como a recuperação de áreas degradadas, a produção de hortas e a jardinagem.

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo principal a construção de um Sistema de Tratamento de Resíduos Orgânicos por Meio da Compostagem (STROC). Paralelamente, busca-se analisar a qualidade do composto gerado, avaliando suas previsões para uso agrônômico. O projeto será desenvolvido em um restaurante-escola localizado em São Luís, Maranhão, e pretende integrar aspectos técnicos, pedagógicos e ambientais. Assim, a iniciativa contribui para a conscientização ambiental, além de promover a relevância da compostagem como solução sustentável para o manejo de resíduos orgânicos em diferentes contextos.

2 METODOLOGIA

Essa pesquisa foi realizada no período de outubro de 2022 a julho de 2023.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A unidade escolar, objeto de estudo, é pública e está localizada na cidade de São Luís/MA, no bairro do Anil, em um área de 02 hectares, sob a coordenada -2.545747; -44.237965, e iniciou suas atividades em 2021, com Ensino Médio Técnico de Tempo Integral. Atualmente possui 900 alunos, matriculados em 08 (oito) cursos técnicos, distribuídos em 27 salas de aula. A instituição dispõe de um restaurante escola que oferta diariamente 03 (três) refeições (lanche da manhã, almoço, lanche da tarde) para 900 alunos, 85 docentes e 50 servidores técnicos administrativos.

O Sistema de Tratamento de Resíduo Orgânico por meio da Compostagem (STROC), foi implantado em uma área plana de 329,10 m², localizada na própria escola. O mesmo é composto por 9 baias para leiras de compostagem, 10 canteiros de hortaliças, 01 estufa tipo capela de 6,5x3,5 m.

2.2. QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

O período de coleta de resíduos orgânicos no restaurante-escola foi dividido em dois momentos, sendo eles de 14/11/2022 à 02/12/2022 e 24/04/2023 à 23/06/2023, perfazendo um total de 12 semanas, durante esse período houve pausa nas atividades do restaurante escola, em decorrência de férias escolares e greve dos professores da rede estadual.

Para o processo de compostagem utilizou-se os resíduos orgânicos gerados no restaurante da escola, onde inicialmente foi quantificada a massa diária de resíduos, por meio de uma balança digital e levantado o número aproximado de refeições servidas por dia, para realizar o levantamento da

geração diária de resíduos (total de resíduos e geração per capita por dia, semana, mês e ano), para então dimensionar o Sistema de Tratamento de Resíduos Orgânicos por Compostagem (STROC).

2.3 IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

Após a quantificação da massa, os resíduos foram identificados por meio do cardápio semanal e informações do chefe de cozinha e confirmadas durante a pesagem. Na chegada dos resíduos ao STROC, foi feita a triagem dos mesmos para segregação dos restos de refeição e os restos de frutas, legumes e verduras (FLV), além de resíduos descartados incorretamente, como plásticos, papéis e talheres de metal.

2.4 CONSTRUÇÃO DO STROC

O STROC é composto por três unidades operacionais: Baias para leiras de compostagem; Canteiros para a produção de hortaliças e Estufa tipo capela.

2.4.1 Baias de compostagem

O método empregado no processo da compostagem foi adaptado do sistema de leiras “Windrow”, conforme Paiva (2011), o qual é conduzido por reviramentos periódicos com o objetivo de introduzir ar (oxigênio) e corrigir a quantidade de água na massa de compostagem.

O processo de compostagem por meio de leiras é viável em condições de clima temperado e possui duração de até 120 dias, quando apresentar coloração escura, cheiro de terra molhada, facilidade de moldar nas mãos, redução do volume da massa para 1/3, ter o mínimo de 40% de matéria orgânica (MO), Nitrogênio acima de 1,7%, teor no mínimo 25% de umidade, pH superior a 6,0 e a relação carbono/nitrogênio (C/N) na faixa de 10/1 e 15/1 (MMA, 2001; TIQUIA et al., 2002; PEREIRA NETO, 2007; BERNAL et al., 1998; BNDES, 2013; TEIXEIRA et. al., 2004).

Baseado nos dados acima, acerca do tempo de duração, o dimensionamento das leiras de compostagem foi dividido da seguinte maneira: Uma leira foi montada a cada 07 dias, sempre aos sábados, contendo resíduos de 05 dias de refeição da escola (segunda-feira à sexta-feira). Portanto foram montadas 04 leiras por mês, perfazendo um total de 12 (doze) leiras por ciclo. Dessa forma, cada leira aguardará até 120 (cento e vinte) dias para o fim do processo. Em cada baia foi montado uma leira, conforme a relação carbono/nitrogênio, com os seguintes resíduos:

- Fonte de Nitrogênio: resíduos de alimentos (restaurante escola);
- Biocatalisador e Nitrogênio: fezes de animais (caprino, equino e bovino: pequenos produtores locais; roedor: laboratório da UFMA)

- Fonte de Carbono: podas de gramíneas e podas de árvores (manutenção das áreas verdes da escola); maravalha de pinus (laboratório da UFMA); maravalha mista (empresa de marcenaria no entorno);

2.4.1.1 Relação carbono/ nitrogênio

A faixa de relação C/N, seguiu os estudos de Kiehl (2004), onde a relação C/N ideal deve estar entre 25/1 e 35/1. Para o cálculo da relação de carbono/ nitrogênio, utilizou-se valores de C/N de pesquisas na área, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Relação C/N utilizada no dimensionamento do STROC

Tipo de Fonte	Resíduo	C/N	Características	Autor
Nitrogênio	Refeição	15.00/1	RU da UFRRJ	AQUINO et al., 2005
Nitrogênio	FLV	30.00/1	FLV	ALENCAR et al., 2012
Biocatalisador e Nitrogênio	Fezes de Bovinos	20.13/1	Fezes de Bois e Vacas	BATTISTI & BATTISTI, 2011
Biocatalisador e Nitrogênio	Fezes de Caprinos	17.01/1	Fezes de Bode e Cabras	AMORIM, 2002
Biocatalisador e Nitrogênio	Fezes de Equinos	30.00/1	Fezes novas de Cavalos	RICHARD et al., 2005
Biocatalisador e Nitrogênio	Fezes de Roedores	35.60/1	Fezes de ratos e camundongos de biotério	PULLOPAXI CIFUENTES, 2019
Carbono	Maravalha de Pinus	107.40/1	Pinus com 6 meses	MAIA et al., 2003
Carbono	Maravalha Mista	240.00/1	Marcenaria de Móveis	NASCIMENTO, 2022
Carbono	Poda de Árvores	35.52/1	Galhos e Folhas secas	BATTISTI & BATTISTI, 2011
Carbono	Poda de Gramíneas	37.73/1	Aparas de grama	BENITES, 2004

2.4.1.2 Altura das leiras

Conforme Aquino (2005) a dimensão da pilha de composto formada no solo deve ser de 1,0 a 1,5 m de altura. Em relação a largura da pilha, esta pode variar de acordo com a disponibilidade de área e resíduos, mas não deve ultrapassar de 1,5 a 2 m. Em função da quantidade obtida de resíduos orgânicos, deve-se estimar a largura da pilha e demarcar a área com pedras ou tocos de árvores.

Baseado na citação supracitada, a altura das leiras foi de 1 metro, enquanto a largura e o comprimento acompanharam a quantidade de resíduos por leira.

2.4.1.3 Montagem das leiras

As leiras foram montadas da seguinte maneira:

- a) Pesou-se diariamente os resíduos de alimentos, que foram gerados durante a semana (segunda-feira a sexta-feira), separando-os em refeição e FLV;

- b) Baseado na massa dos resíduos de alimentos foi realizado o cálculo de carbono/nitrogênio, conforme a fórmula 1 (GOMES et al., 2001) e a tabela 1, para então definir a quantidade de fonte de carbono e biocatalisador.

$$\text{Partes de material rico em carbono} = \frac{\text{Material rico em N}}{\text{Material rico em C}} = \frac{(30 \times \%N) - \%C}{\%C - (30 \times \%N)} \quad (1)$$

- c) A montagem da leira foi realizada alternando-se os diferentes tipos de resíduos em camadas com espessura em torno de 20 cm conforme Kiehl (2004). Dessa forma formou-se uma camada com fonte de carbono, acompanhada por outra com fonte de nitrogênio e biocatalisador. A seguir adicionou-se uma camada novamente de carbono e depois outra com fonte de nitrogênio novamente, assim sucessivamente até esgotarem os resíduos.
- d) O STROC foi construído no período chuvoso da região (conforme tabela 2), desta forma, o processo de umectação aproveitou o índice pluviométrico, no entanto, houve o monitoramento da taxa de umidade para a manutenção das leiras, dentro do valor recomendado por Kiehl (2004), de 60%. Quando necessário foi complementado com água de poço artesiano.
- e) Para a aeração o ciclo de reviramento foi realizado manualmente uma vez por semana. Utilizou-se o método aeróbio de fermentação, em ambiente aberto, com processo lento de decomposição. Conforme Inácio (2010), no processo de compostagem em pilhas estáticas aeradas, com ventilação natural, o oxigênio é fornecido à massa por meio do revolvimento manual. No momento em que é efetuado o revolvimento, os resíduos orgânicos entram em contato com a atmosfera rica em O₂, permitindo suprir momentaneamente as necessidades de aeração do processo biológico.

2.4.2 Estufa e canteiros de horta orgânica

Foi construída 01 estufa modelo capela, com dimensões de: 19,5 m² de área (6,5x3,5m) e 3,0 m de altura, em estrutura de madeira, com cobertura revestida com 32 m² de filme de Policloreto de Vinil (PVC) transparente de baixa densidade, as laterais foram revestidas com 28 m² de tela de sombreamento (50%).

Foram construídos 10 canteiros de 5,5x1,0m. Os canteiros serviram para o plantio de hortaliças, com o aproveitamento do composto orgânico gerado, promovendo assim o fechamento do

ciclo, com a disponibilização da produção vegetal para o restaurante escola. Além do viés socioeducativo, econômico e ecológico e, até em alguns casos, geração de renda.

2.5 QUALIDADE DO COMPOSTO ORGÂNICO GERADO PELO STROC

Ao final do processo, o composto orgânico gerado, que posteriormente foi encaminhado ao Laboratório de Química dos Solos - LABQSOL da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, para análise dos atributos presentes no composto orgânico, de acordo com os métodos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Os parâmetros químicos analisados são: Matéria Orgânica (MO); potencial Hidrogeniônico (pH); Alumínio (Al); Fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Sódio (Na).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

Durante os períodos de 14/11/2022 à 02/12/2022 e 24/04/2023 à 23/06/2023 foram servidas aproximadamente 43.215 refeições no restaurante-escola, o que gerou 2064,33 kg de resíduos orgânicos, que foram levados para tratamento no STROC, em seguida adicionado 451,27 kg de fezes de animais, 561,78 kg de podas vegetais e maravalha, totalizando 3074,35 kg de resíduos tratados no STROC. No final da pesquisa foram produzidos 1410,89 kg de composto orgânico.

Na Tabela 2, abaixo, está apresentada a quantificação diária dos resíduos gerados no restaurante escola, bem como o número de aproximado de Refeições diárias e geração diária de resíduos Per capita.

Tabela 2 – Quantificação diária dos resíduos gerados no restaurante escola

Semana	Data (segunda-feira)	Nº Aproximado de Refeições	Massa da refeição (kg)	Resíduos do preparo de alimentos (kg)	Resíduos após refeições (kg)	Resíduo gerado (kg)	Geração diária de resíduos Per capita (g/pessoa/dia)
1	14/11/22	-	-	-	-	-	-
2	21/11/22	750	450,00	5,15	12,08	17,23	22,97
3	28/11/22	556	333,60	4,32	16,03	20,35	36,60
4	24/04/23	630	378,00	3,56	13,85	17,41	27,63
5	01/05/23	-	-	-	-	-	-
6	08/05/23	862	517,20	9,72	36,78	46,50	53,94
7	15/05/23	835	501,00	12,57	37,63	50,20	60,12
8	22/05/23	696	417,60	9,81	25,34	35,15	50,50
9	29/05/23	894	536,40	14,68	53,55	68,23	76,32
10	05/06/23	763	457,80	8,37	21,88	30,25	39,65
11	12/06/23	926	555,60	10,48	40,24	50,72	54,77
12	19/06/23	1100	660,00	25,63	61,38	87,01	79,10
Total		8012,00	4807,20	104,29	318,76	423,05	501,62
Mínima		556,00	333,60	3,56	12,08	17,23	22,97

Média		801,20	480,72	10,43	31,88	42,31	50,16
Máxima		1100,00	660,00	25,63	61,38	87,01	79,10
Desvio Padrão		157,37	94,42	6,42	16,92	22,97	18,85
Semana	Data (terça-feira)	Nº Aproximado de Refeições	Massa da refeição (kg)	Resíduos do preparo de alimentos (kg)	Resíduos após refeições (kg)	Resíduo gerado (kg)	Geração diária de resíduos Per capita (g/pessoa/dia)
1	15/11/22	-	-	-	-	-	-
2	22/11/22	778	466,80	7,34	14,05	21,39	27,49
3	29/11/22	698	418,80	9,75	12,60	22,35	32,02
4	25/04/23	856	513,60	19,42	33,59	53,01	61,93
5	02/05/23	698	418,80	7,82	19,13	26,95	38,61
6	09/05/23	754	452,40	9,12	16,22	25,34	33,61
7	16/05/23	668	400,80	4,35	13,26	17,61	26,36
8	23/05/23	747	448,20	19,54	20,77	40,31	53,96
9	30/05/23	759	455,40	16,35	32,21	48,56	63,98
10	06/06/23	623	373,80	5,35	19,61	24,96	40,06
11	13/06/23	965	579,00	23,51	48,20	71,71	74,31
12	20/06/23	920	552,00	21,30	38,64	59,94	65,15
Total		8466,00	5079,60	143,85	268,27	412,12	517,48
Mínima		623,00	373,80	4,35	12,60	17,61	26,36
Média		769,64	461,78	13,08	24,39	37,47	47,04
Máxima		965,00	579,00	23,51	48,20	71,71	74,31
Desvio Padrão		105,48	63,29	7,02	11,90	18,29	17,21
Semana	Data (quarta-feira)	Nº Aproximado de Refeições	Massa da refeição (kg)	Resíduos do preparo de alimentos (kg)	Resíduos após refeições (kg)	Resíduo gerado (kg)	Geração diária de resíduos Per capita (g/pessoa/dia)
1	16/11/22	713	427,80	11,32	26,57	37,89	53,14
2	23/11/22	598	358,80	3,54	10,24	13,78	23,04
3	30/11/22	646	387,60	8,24	15,88	24,12	37,34
4	26/04/23	689	413,40	18,25	30,70	48,95	71,04
5	03/05/23	721	432,60	16,27	16,67	32,94	45,69
6	10/05/23	889	533,40	24,12	26,36	50,48	56,78
7	17/05/23	782	469,20	13,29	22,25	35,54	45,45
8	24/05/23	862	517,20	7,32	16,12	23,44	27,19
9	31/05/23	915	549,00	21,59	33,09	54,68	59,76
10	07/06/23	691	414,60	12,56	24,65	37,21	53,85
11	14/06/23	959	575,40	14,26	17,70	31,96	33,33
12	21/06/23	978	586,80	21,30	44,11	65,41	66,88
Total		9443,00	5665,80	172,06	284,34	456,40	573,49
Mínima		598,00	358,80	3,54	10,24	13,78	23,04
Média		786,92	472,15	14,34	23,69	38,03	47,79
Máxima		978,00	586,80	24,12	44,11	65,41	71,04
Desvio Padrão		128,90	77,34	6,27	9,33	14,66	15,26
Semana	Data (quinta-feira)	Nº Aproximado de Refeições	Massa da refeição (kg)	Resíduos do preparo de alimentos (kg)	Resíduos após refeições (kg)	Resíduo gerado (kg)	Geração diária de resíduos Per capita (g/pessoa/dia)
1	17/11/22	754	452,40	14,35	28,41	42,76	56,71
2	24/11/22	851	510,60	4,35	9,23	13,58	15,96
3	01/12/22	687	412,20	9,49	11,86	21,35	31,08
4	27/04/23	713	427,80	6,79	13,32	20,11	28,20
5	04/05/23	751	450,60	9,49	18,83	28,32	37,71
6	11/05/23	635	381,00	13,47	28,67	42,14	66,36
7	18/05/23	637	382,20	7,62	16,13	23,75	37,28

8	25/05/23	731	438,60	14,52	17,23	31,75	43,43
9	01/06/23	852	511,20	17,53	34,12	51,65	60,62
10	08/06/23	-	-	-	-	-	-
11	15/06/23	961	576,60	7,35	20,37	27,72	28,84
12	22/06/23	985	591,00	22,31	50,25	72,56	73,66
Total		8557,00	5134,20	127,27	248,41	375,68	479,86
Mínima		635,00	381,00	4,35	9,23	13,58	15,96
Média		777,91	466,75	11,57	22,58	34,15	43,62
Máxima		985,00	591,00	22,31	50,25	72,56	73,66
Desvio Padrão		119,79	71,87	5,37	11,99	17,01	18,26
Semana	Data (sexta-feira)	Nº Aproximado de Refeições	Massa da refeição (kg)	Resíduos do preparo de alimentos (kg)	Resíduos do após refeições (kg)	Resíduo gerado (kg)	Geração diária de resíduos Per capita (g/pessoa/dia)
1	18/11/22	726	435,60	10,48	27,02	37,50	51,65
2	25/11/22	657	394,20	3,56	10,69	14,25	21,69
3	02/12/22	616	369,60	4,35	10,69	15,04	24,42
4	28/04/23	773	463,80	18,25	28,03	46,28	59,87
5	05/05/23	703	421,80	9,25	17,41	26,66	37,92
6	12/05/23	759	455,40	11,45	18,73	30,18	39,76
7	19/05/23	791	474,60	10,58	25,47	36,05	45,58
8	26/05/23	853	511,80	5,36	16,26	21,62	25,35
9	02/06/23	903	541,80	16,45	27,95	44,40	49,17
10	09/06/23	-	-	-	-	-	-
11	16/06/23	946	567,60	9,58	26,35	35,93	37,98
12	23/06/23	1010	606,00	31,20	57,98	89,18	88,29
Total		8737,00	5242,20	130,51	266,57	397,08	481,68
Mínima		616,00	369,60	3,56	10,69	14,25	21,69
Média		794,27	476,56	11,86	24,23	36,10	43,79
Máxima		1010,00	606,00	31,20	57,98	89,18	88,29
Desvio Padrão		122,54	73,52	7,87	12,99	20,61	19,03

- Feriado ou ponto facultativo

Tabela 3 – Quantificação geral dos resíduos gerados no restaurante escola

Resultado Geral	Nº Aproximado de Refeições	Massa da refeição (kg)	Resíduos do preparo de alimentos (kg)	Resíduos do após refeições (kg)	Resíduo gerado (kg)	Geração de resíduos Per capita (g/pessoa)
Total Geral	43215,00	25929,00	677,98	1386,35	2064,33	2554,12
Mínimo Geral	556,00	333,60	3,54	9,23	13,58	15,96
Média Geral	785,99	471,59	12,26	25,36	37,61	46,48
Máximo	1100,00	660,00	31,20	61,38	89,18	88,29
Desvio padrão Geral	123,02	73,81	6,530	12,65	18,24	17,21
Coefficiente de variação Geral (%)	15,65	15,65	53,27	49,89	48,51	37,03

Observa-se na tabelas 2 e 3, que durante a execução da pesquisa, foram servidas 43.215 refeições, em 55 dias, para discentes, docentes e servidores técnico-administrativos, sendo a mínima diária de 556 refeições e a máxima de 1100, com média de 785,99 (desvio-padrão= 123,02) e coeficiente de variação igual a 15,65 %. Observou-se que nos dias de quartas-feiras foi maior o número de refeições (9.443) e, nas segundas-feiras, o menor (8.012).

Foram distribuídos 25929 kg de alimentos, onde a média da massa de refeição diária, durante o período da pesquisa, foi 471,59 kg (desvio-padrão= 73,81 kg) e coeficiente de variação igual a 15,65 %, sendo a mínima diária igual a 333,60 kg e, a máxima, 660,00 kg.

O total de resíduos de preparo de alimento foi de 677,98 kg, onde a média diária, durante o período da pesquisa, foi 12,26 kg (desvio-padrão= 6,53 kg) e coeficiente de variação igual a 53,27 %, sendo a mínima diária igual a 3,54 kg e, a máxima, 31,20 kg.

O desperdício total de alimento (resíduos após as refeições) foi de 1386,35 kg e manteve-se diariamente entre 9,23 kg e 61,38 kg, com média igual a 25,36 g (desvio padrão= 12,65 g) e coeficiente de variação igual a 49,89 %. Conforme dados repassados pelo restaurante escola, a quantidade per capita servida, por refeição é aproximadamente 600 g, esse valor corrobora com o estudo feito por Zanini et al. (2013), no Restaurante Universitário da UFSM, que apresentou um peso médio de 600g. Enquanto que um estudo realizado no Restaurante Universitário do Ceará encontrou um peso médio de 665g (RICARTE et al., 2008).

Durante o período da pesquisa foram gerados 2064,33 kg de resíduos, sendo a mínima diária de 13,58 kg e a máxima diária de 89,18 kg, com média diária de 37,61 kg (desvio-padrão= 18,24 kg) e coeficiente de variação igual a 48,51 %.

O total da geração de resíduos per capita foi 2554,12 g/pessoa, onde a média diária da geração desses resíduos, durante o período da pesquisa, foi 46,48 g/pessoaxdia (desvio-padrão= 17,21 g/pessoaxdia) e coeficiente de variação igual a 37,03 %, sendo a mínima diária igual a 15,96 g/pessoaxdia e, a máxima, 88,29 g/pessoaxdia. Resultados similares foram observados em estudos realizados por Zanini et al. (2013), no Restaurante Universitário da Universidade Federal de Santa Maria, e em estudo realizado no Colégio Agrícola de Guarapuava, no Paraná (MOURA et al., 2010), que apresentaram uma variação de 30 a 200 g/pessoaxdia, com média de 60 g/pessoaxdia; Outro estudo que apresenta resultados que reforçam a pesquisa, foi realizado em uma empresa metalúrgica, em Piracicaba, SP, os valores oscilaram de 40 a 90 g/pessoaxdia (AUGUSTINI et al., 2008).

Outro estudo realizado no Restaurante Universitário da UFSM, em 2001, observou que o resto per capita era de 80,87 g/pessoaxdia, antes da realização de uma campanha de sensibilização de desperdício denominada “Resto Zero”, reduzindo para 41,88 g/pessoaxdia nos anos posteriores (ZIMMERMANN; MESQUITA, 2011). A falta de sensibilização com a causa da geração de resíduos e o desperdício de alimentos, a qualidade da preparação, a temperatura da refeição servida e preferências alimentares são alguns fatores que podem interferir e dificultar a redução de desperdício (ZANINI et al., 2013).

A tabela 4 abaixo apresenta os dados consolidados dos resíduos gerados semanalmente. Onde a média da geração semanal foi de 171,78 kg, com desvio padrão de 84,04 kg e coeficiente de variação de 48,93 %. O valor mínimo encontrado foi de 80,23 kg e o máximo de 371,09 kg.

Tabela 4 – Quantificação semanal dos resíduos gerados no restaurante escola

Semana	Período	Resíduo gerado (kg)	Média diária de resíduo gerado (kg)	Nº de refeições	Média diária de refeições	Massa da refeição (kg)	Resíduos do preparo de alimentos (kg)	Resíduos após refeições (kg)	Geração de resíduos per capita (g/pessoax semana)	Média diária da geração de resíduos per capita (g/pessoa/dia)
1	14 a 18/11/22	118,15	39,38	2193	731,00	1315,80	36,15	82,00	161,51	53,84
2	21 a 25/11/22	80,23	16,05	3634	726,80	2180,40	23,94	56,29	111,16	22,23
3	28/11/22 a 02/12/22	103,21	20,64	3203	640,60	1921,80	36,15	67,06	161,45	32,29
4	24 a 28/04/23	185,76	37,15	3661	732,20	2196,60	66,27	119,49	248,68	49,74
5	01 a 05/05/23	114,87	28,72	2873	718,25	1723,80	42,83	72,04	159,93	39,98
6	08 a 12/05/23	194,64	38,93	3899	779,80	2339,40	67,88	126,76	250,46	50,09
7	15 a 19/05/23	163,15	32,63	3713	742,60	2227,80	48,41	114,74	214,78	42,96
8	22 a 26/05/23	152,27	30,45	3889	777,80	2333,40	56,55	95,72	200,43	40,09
9	29/05/23 a 02/06/23	267,52	53,50	4323	864,60	2593,80	86,60	180,92	309,85	61,97
10	05 a 09/06/23	92,42	30,81	2077	692,33	1246,20	26,28	66,14	133,56	44,52
11	12 a 16/06/23	218,04	43,61	4757	951,40	2854,20	65,18	152,86	229,23	45,85
12	19 a 23/06/23	374,09	74,82	4993	998,60	2995,80	121,74	252,35	373,08	74,62
	Total	2064,33	446,69	43215	9355,98	25929	677,98	1386,35	2554,12	558,16
	Mínima	172,03	37,22	3601	779,67	2160,75	56,50	115,53	212,84	46,51
	Média	80,23	16,05	2077	640,60	1246,20	23,94	56,29	111,16	22,23
	Máxima	374,09	74,82	4993	998,60	2995,80	121,74	252,35	373,08	74,62
	Desvio Padrão	84,69	15,46	903,41	106,25	542,05	27,82	57,40	75,63	13,48
	Coeficiente de variação (%)	49,23	41,54	25,09	13,63	25,09	49,25	49,68	35,53	28,98
	Média Mensal	688,11	148,90	14405	3118,66	8643	225,99	462,12	851,37	186,05
	Média Anual	6192,99	1340,06	129645	28067,9	77787	2033,94	4159,06	7662,36	167,449

A partir da tabela 4, acima, é possível estimar a média mensal de resíduos gerados, na qual é aproximadamente 688,11 kg, enquanto que a média mensal de refeições distribuídas é de 14405, já a geração de resíduos per capita mensalmente é de 851,37 g/pessoaxmês. Por fim estima-se que a média anual de resíduos, considerado apenas 9 meses de atividades escolares, pois os demais meses são férias, é de 6192,99 kg.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

A identificação do alimento foi realizada com o cruzamento de informações coletadas no restaurante (cardápio) com a triagem do resíduo na hora da pesagem. A distribuição variada dos alimentos ao longo dos 55 dias pode influenciar na qualidade do composto orgânico gerado. Segundo Campbell, (1995), quanto maior a variedade de materiais que o composto é feito, maior será a variedade de nutrientes que o mesmo poderá suprir as plantas, e esses nutrientes são tão benéficos que os mesmos são liberados na medida em que as plantas precisam.

3.3 CONSTRUÇÃO DO STROC

A construção do STROC se deu por meio da montagem de 09 Baias para leiras de compostagem; 10 Canteiros para a produção de hortaliças e 01 Estufa.

3.3.1 Baias e leiras de compostagem

As leiras foram montadas com 1 m de altura. Segundo Pereira (2010), as dimensões da leira podem afetar a retenção de calor no seu interior, visto que em uma leira pequena de até 1 m de altura, o calor gerado pela atividade microbiana de degradação da matéria orgânica é dissipado mais facilmente, devido à maior superfície de contato com o ambiente, acelerando os processos de troca de calor.

Por outro lado, segundo Pereira Neto (1987) apud BRITO (2008), leiras ou pilhas de compostagem muito grandes, ou seja, com 2,5 a 3m de altura, tendem a prejudicar a atividade microbiana pelas temperaturas demasiadamente altas para os microrganismos, assim como pela sua compactação, devido ao peso, a qual dificulta sua aeração. O tamanho e formato ideal para manter a temperatura da leira e permitir a aeração podem variar. Contudo, o volume de 1,5 m x 1,5 m x 1,5m é considerado por Brito (2008) como bom para diferentes tipos de resíduos.

O método utilizado na compostagem foi a leira revolvida, conhecida como sistema windrow, que é considerada de simples operação, baixo custo e pode ser utilizada no tratamento dos mais

variados resíduos orgânicos. Neste sistema, a pilha de resíduos é disposta sob o solo impermeabilizado ou compactado e o revolvimento do material é manual ou mecânico (MASSAKUDO, 2008).

Na tabela 5, abaixo, está apresentado o cronograma de montagem das leiras, no qual foi elaborado com o intuito de montar 16 leiras ao final do ciclo. Porém na etapa de execução foram construídas somente 12 leiras devido ao período de férias estudantil. O período determinado para cada ciclo da leira foi de 120 dias para a compostagem dos resíduos. Normalmente, o tempo de compostagem, incluindo as fases de degradação e maturação, é de 120 a 130 dias (TEIXEIRA et. al., 2004). Cabe ressaltar que o STROC foi dimensionado com 09 baias, onde as 03 primeiras leiras foram processadas no período de novembro de 2022 a março de 2023, e as demais no intervalo de março à outubro de 2023, sem a necessidade da construção de 12 baias.

Após a finalização das 12 leiras, seus respectivos materiais foram destinados à horta orgânica do STROC e a doação a comunidade do entorno.

Tabela 5 – Cronograma de montagem das leiras

Semana	Leira	Período de recolhimento dos resíduos	Data de montagem da leira	Previsão de finalização	Prazo de finalização (dias)	Data de finalização
1	1	14 a 18/11/22	19/11/2022	19/03/2023	120	19/03/2023
2	2	21 a 25/11/22	26/11/2022	26/03/2023	120	26/03/2023
3	3	28/11/22 a 02/12/22	03/12/2022	02/04/2023	120	02/04/2023
4	4	24 a 28/04/23	29/04/2023	27/08/2023	120	27/08/2023
5	5	01 a 05/05/23	06/05/2023	03/09/2023	120	03/09/2023
6	6	08 a 12/05/23	13/05/2023	10/09/2023	120	10/09/2023
7	7	15 a 19/05/23	20/05/2023	17/09/2023	120	17/09/2023
8	8	22 a 26/05/23	27/05/2023	24/09/2023	120	24/09/2023
9	9	29/05/23 a 02/06/23	03/06/2023	01/10/2023	120	01/10/2023
10	10	05 a 09/06/23	10/06/2023	08/10/2023	120	08/10/2023
11	11	12 a 16/06/23	17/06/2023	15/10/2023	120	15/10/2023
12	12	19 a 23/06/23	24/06/2023	22/10/2023	120	22/10/2023

Observa-se na tabela 6, que os resíduos de alimentos são compostos por: resíduos de refeição (C/N=15:1) e resíduos de FLV (C/N=30:1), essa relação C/N dos resíduos de refeição foram baseados em estudo semelhante de Aquino et al., (2005), realizado em um Restaurante Universitário da UFRRJ, enquanto que a relação C/N dos resíduos de FLV foi baseado no estudo de Alencar et al., (2012). A relação C/N dos resíduos de alimento foi calculada por meio da fórmula 1.

Tabela 6 – Distribuição da fonte de nitrogênio (alimentos) e suas relações C/N

Leira	Resíduos de refeição (kg)	C/N Resíduos de refeição	Resíduos de FLV (kg)	C/N Resíduos de FLV	Resíduos alimento refeição+FLV (kg)	Relação resíduo de refeição alimentos Refeição+FLV (%)	Relação resíduo de FLV / alimentos Refeição+FLV (%)	Relação resíduo de refeição / massa total (%)	Relação FLV / massa total (%)	Relação alimento (Refeição + FLV) / massa total (%)	C/N Alimentos Refeição+FLV
1	95,23	15:1	22,92	30:1	118,15	80,60%	19,40%	44,93%	10,81%	55,74%	17,9:1
2	63,56	15:1	16,67	30:1	80,23	79,22%	20,78%	47,60%	12,49%	60,09%	18,1:1
3	86,45	15:1	16,76	30:1	103,21	83,76%	16,24%	52,51%	10,18%	62,69%	17,4:1
4	142,23	15:1	43,53	30:1	185,76	76,57%	23,43%	41,07%	12,57%	53,64%	18,5:1
5	86,25	15:1	28,61	30:1	114,87	75,09%	24,91%	38,16%	12,66%	50,82%	18,7:1
6	168,25	15:1	26,37	30:1	194,62	86,45%	13,55%	58,40%	9,15%	67,55%	17:1
7	143,28	15:1	19,86	30:1	163,14	87,82%	12,18%	62,88%	8,72%	71,59%	16,8:1
8	139,13	15:1	13,13	30:1	152,26	91,38%	8,62%	64,90%	6,12%	71,03%	16,3:1
9	211,89	15:1	55,62	30:1	267,51	79,21%	20,79%	59,36%	15,58%	74,95%	18,12:1
10	81,23	15:1	11,19	30:1	92,42	87,89%	12,11%	59,49%	8,20%	67,68%	16,82:1
11	185,56	15:1	32,47	30:1	218,03	85,11%	14,89%	64,20%	11,23%	75,43%	17,23:1
12	305,78	15:1	68,30	30:1	374,08	82,40%	17,60%	63,84%	13,63%	77,47%	17,64:1
Tota	1708,85	-	355,43	-	2064,33	-	-	-	-	-	-

Foi encontrado também relação de C/N para resíduo de refeição próximo ao valor utilizado, como a pesquisa realizada por Inácio (2010), no Restaurante do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, que obteve relação C/N=13.12:1 e em pesquisa realizada por Nascimento (2022), no Restaurante Universitário do IFES que obteve relação C/N=12:1. Ao passo que a relação de C/N para resíduo FLV foi de 25:1, segundo Adhikari et al., (2013) e 40:1 segundo Richard et al., 2005.

Tabela 7 – Distribuição da fonte de biocatalisador e nitrogênio (fezes) e suas C/N

Leira	Tipo de biocatalisador	Fezes de equinos (kg)	Fezes de bovinos (kg)	Fezes de caprinos e ovinos (kg)	Fezes de roedores (kg)	Biocatalisador total (kg)	Relação biocatalisador / massa total (%)	C/N Biocatalisador total
1	Equino	42,56	0,00	0,00	0,00	42,56	20,08	30:1
2	Equino	22,53	0,00	0,00	0,00	22,53	16,87	30:1
3	Equino	19,45	0,00	0,00	0,00	19,45	11,81	30:1
4	Bovino	0,00	51,16	0,00	0,00	51,16	14,77	20,13:1
5	Bovino	0,00	58,43	0,00	0,00	58,43	25,85	20,13:1
6	Caprino	0,00	0,00	23,07	0,00	23,07	8,01	17,1:1
7	Caprino e roedor	0,00	0,00	25,00	13,50	38,50	16,89	23,59:1
8	Caprino e roedor	0,00	0,00	25,00	13,50	38,50	17,96	23,59:1
9	Caprino, bovino e roedor	0,00	4,00	40,00	2,75	46,75	13,10	18,45:1
10	Caprino	0,00	0,00	25,00	0,00	25,00	18,31	17,1:1
11	Caprino	0,00	0,00	40,42	0,00	40,42	13,98	17,1:1
12	Bovino e Roedor	0,00	20,00	0,00	24,90	44,90	9,37	28,71:1
Total		84,54	133,59	178,49	54,65	451,27	-	-

Observa-se na tabela 7, que a fonte de biocatalisador foi dividida em: fezes de equinos, C/N=30:1 (RICHARD et al., 2005); fezes de bovino, C/N=20,13:1 (BATTISTI & BATTISTI, 2011), Fezes de caprinos e ovinos, C/N=17,1:1 (AMORIM, 2002) e fezes de roedores, C/N=35,6:1

(PULLOPAXI CIFUENTES, 2019). Para as leiras onde foi utilizado mais de um tipo de biocatalisador, a relação C/N foi calculada por meio da fórmula 1. Foi encontrado também relação de C/N para fonte de biocatalisador próximo aos valores utilizados, conforme tabela 7, acima.

Tabela 8 – Distribuição da fonte de carbono e suas respectivas relações C/N

Leira	Tipo de fonte de Carbono	Poda de árvores (kg)	Poda de gramíneas (kg)	Maravalha de pinus (kg)	Maravalha mista (kg)	Fonte de carbono total (kg)	Relação fonte de Carbono / massa total (%)	C/N Fonte de carbono total
1	Pa / Pg	11,10	40,15	0,00	0,00	51,25	24,18	37,3:1
2	Pa / Pg	10,56	20,20	0,00	0,00	30,76	23,04	37:1
3	Pa / Pg	10,10	31,88	0,00	0,00	41,98	25,50	37,2:1
4	Pg / Mm	0,00	100,38	0,00	9,00	109,38	31,59	54,4:1
5	Pg	0,00	52,75	0,00	0,00	52,75	23,34	37,73:1
6	Pa	70,41	0,00	0,00	0,00	70,41	24,44	35,52:1
7	Pa / Mp / Mm	4,73	0,00	16,50	5,00	26,23	11,51	119,7:1
8	Pa / Mp / Mm	2,11	0,00	16,50	5,00	23,61	11,02	129,3:1
9	Pa / Mp / Mm	15,60	0,00	3,35	23,71	42,67	11,95	154,82:1
10	Pg / Mm	0,00	10,12	0,0	9,00	19,15	14,01	132,92:1
11	Pa / Pg / Mm	2,00	10,00	0,00	18,60	30,60	10,59	160,53:1
12	Pg / Mp	0,00	33,90	29,10	0,00	63,00	13,15	69,91:1
	Total	126,61	299,38	65,45	70,31	561,79	-	-

Legenda: Pa: Poda de árvores; Pg: Poda de Gramíneas; Mp: Maravalha de Pinus; Mm: Maravalha Mista

Observa-se na tabela 8, que a fonte de carbono foi dividida em: Poda de árvores, C/N=35,52:1 (BATTISTI & BATTISTI, 2011); Poda de gramíneas, C/N=37,73:1 (BENITES, 2004), Maravalha de pinus, C/N=107,4:1 (MAIA et al., 2003) e Maravalha mista, C/N=240:1 (NASCIMENTO, 2022). Para as leiras onde foi utilizado mais de um tipo de fonte de carbono, a relação C/N foi calculada por meio da fórmula 01. Foi encontrado também relação de C/N para fonte de carbono próximo aos valores utilizados, conforme tabela 8, acima.

Tabela 9 – Proporção de resíduos nas leiras e suas respectivas relações de C/N

Leira	Massa total (kg)	Relação resíduo de alimentos / massa total (%)	Relação biocatalisador / massa total (%)	Relação fonte de carbono / massa total (%)	Relação fonte de Nitrogênio (Alimento + Biocatalisador) / massa total (%)	C/N Resíduo de alimentos total	C/N Biocatalisador total	C/N Fonte de carbono total	C/N Leira
1	211,96	55,74	20,08	24,18	75,82	17,9:1	30,0:1	37,3:1	25,0:1
2	133,52	60,09	16,87	23,04	76,96	18,1:1	30,0:1	37,0:1	24,5:1
3	164,64	62,69	11,81	25,50	74,50	17,4:1	30,0:1	37,2:1	23,9:1
4	346,30	53,64	14,77	31,59	68,41	18,5:1	20,1:1	54,4:1	30,1:1
5	226,05	50,82	25,85	23,34	76,66	18,7:1	20,1:1	37,7:1	23,5:1
6	288,11	67,55	8,01	24,44	75,56	17,0:1	17,1:1	35,5:1	21,5:1
7	227,88	71,59	16,89	11,51	88,49	16,8:1	23,5:1	119,7:1	29,7:1
8	214,38	71,03	17,96	11,02	88,98	16,3:1	23,5:1	129,3:1	30,0:1
9	356,93	74,95	13,10	11,95	88,05	18,1:1	18,4:1	154,8:1	34,5:1
10	136,55	67,68	18,31	14,01	85,99	16,8:1	17,1:1	132,9:1	33,1:1
11	289,06	75,43	13,98	10,59	89,41	17,2:1	17,1:1	160,5:1	32,3:1
12	478,99	77,47	9,37	13,15	86,85	17,6:1	28,7:1	69,9:1	25,5:1
Total	3074,37	-	-	-	-	-	-	-	-

A tabela 9, acima, descreve a proporção de resíduos nas leiras e suas respectivas relações de C/N, onde a relação C/N das leiras foi calculada por meio da fórmula 1, e os valores da relação de carbono/ nitrogênio foram coletados de pesquisas na área, conforme tabela 1.

Para iniciar o processo de compostagem, a relação C/N ideal deve estar entre 25/1 e 35/1 (KIEHL, 2004). Thomsen (2000) afirma que, de acordo com a exigência dos microrganismos, a compostagem deve ter relação C/N inicial entre 30/1 e 40/1. Porém, como o grande desafio da gestão de resíduos sólidos é a destinação dos resíduos ricos em nitrogênio, pesquisadores buscam obter bom desempenho no processo conduzindo leiras com menor relação C/N inicial (HECK et al., 2013; SBIZARRO et al., 2017; ANDRADE et al., 2017).

A relação C/N quando se encontra acima de 50/1 indica deficiência de nitrogênio, e tem como consequência um tempo de maturação prolongado. E caso a relação C/N esteja abaixo de 10/1 pode haver perda de nitrogênio por volatilização na forma de amônia (KIEHL, 2004; BARREIRA, 2005).

Em estudo realizado por Inácio (2010), com 16 leiras de 32000 kg cada, totalizando 518400 kg, e dimensões de 16,0m x 1,2m e 0,8m a 1,2m de altura, o valor de C/N=26,05:1. Enquanto que Silva (2016) em pesquisa com 6 pilhas de 50 kg cada, totalizando 300 kg, o valor de C/N=31,3:1. Já Alencar et al. (2012), com 9 pilhas de 730 kg cada, totalizando 6570 kg, e dimensões de 1,0m x 1,0m e 1,5m de altura, o valor de C/N=25:1.

3.3.2 Canteiros de horta orgânica e estufa

Foram construídos 10 canteiros e uma 01 estufa modelo capela e neles foram adicionados parte do composto orgânico gerado para o plantio de hortaliças. De acordo com Cavalcante (2008), o cultivo em estufa garante maior estabilidade na produção, no qual é condição fundamental para manter a produtividade e a rentabilidade constantes em longo prazo.

3.4 QUALIDADE DO COMPOSTO ORGÂNICO

Após a finalização das 12 leiras, seus materiais foram quimicamente analisados e seus resultados estão apresentados na tabela 10 abaixo:

Tabela 10 – Qualidade dos compostos finalizados

Leira	Compost o orgânico gerado (kg)	Relação compost o orgânico / massa total (%)	MO (g/dm ³)	pH (CaCl ₂)	P (mg/dm ³)	K (mmol / dm ³)	Ca (mmol / dm ³)	Mg (mmol / dm ³)	Na (mmol / dm ³)	SB (mmol / dm ³)	Al (mmol / dm ³)	CTC (mmol / dm ³)	V (%)
1	113.34	53.47	80	6.8	333.8	4.9	71	21	7.8	104.7	0	135.7	77.2
2	54.56	40.86	54	6.9	170	3.7	67	27	6.3	104	0	119	87.4
3	87.53	53.16	60	6	424.4	3.2	66	26	4.6	99.8	0	120.8	82.6
4	143.26	41.37	70	6.2	835	6.5	50	55	9.8	121.3	0	135.7	89.4
5	135.27	59.84	86	6.3	597	6.5	59	49	9.3	123.7	0	135.9	91
6	133.46	46.32	86	6.7	475	9.4	75	32	12.4	128.8	0	139.8	92.2
7	113.25	49.7	86	6.3	662	6.4	67	45	9.1	127.5	0	150.6	84.6
8	106.9	49.86	112	6.7	661	7.2	56	57	9.3	129.5	0	151.7	85.4
9	151.07	42.32	111	6.2	817	7.1	50	51	9.7	117.7	0	135.5	88.1
10	61.34	44.92	95	6	501	10.3	43	54	12.4	119.7	0	138.8	86.2
11	115.74	40.04	67	6.5	229	6.5	21	17	9.8	54.3	0	73.3	74.1
12	195.19	40.76	79	6.9	938	12.4	64	28	13.9	118.3	0	158.3	74.7
Mínimo	54.56	40.04	54	6	170	3.2	21	17	4.6	54.3	0	73.3	74.1
Média	117.58	46.89	82.17	6.46	553.60	7.01	57.42	38.50	9.53	112.4	0	132.9	84.4
Máximo	195.19	59.84	112	6.9	938	12.4	75	57	13.9	129.5	0	158.3	92.2
Desvio Padrão	38.80	6.35	18.11	0.33	242.70	2.64	14.90	14.69	2.59	20.8	0	21.99	6.12
Coefficiente de Variação (%)	33.00	13.54	22.04	5.18	43.84	37.68	25.95	38.15	27.16	18.5	0	16.54	7.25

Observa-se na tabela 10 que a quantidade de composto orgânico gerado foi de 1410,91 Kg, com mínima de 54,56 kg, máxima de 195,19 Kg, média de 117,58 Kg (desvio-padrão=38,80) e coeficiente de variação igual a 22,04 %. A relação de composto orgânico gerado com massa total está entre 40,04% e 59,84%, com média de 46,89% (desvio-padrão= 18,11 kg) e coeficiente de variação igual a 22,04%. Segundo Massukado (2008), a compostagem é uma das alternativas para tratar os resíduos orgânicos, pois pode reduzir em mais de 60% o seu volume, produzindo ao final do processo, um material estável que pode ser utilizado como condicionador de solos ou até mesmo atuar como um fertilizante.

O teor de matéria orgânica está entre 54 e 112 g/dm³, com média de 82,17 g/dm³ (desvio-padrão= 18,11 kg) e coeficiente de variação igual a 22,04 %, o que corrobora com valores encontrados por Garcia et al. (2020) e Gerude Neto et al. (2023), respectivamente 94 g/dm³ e 139 g/dm³. A matéria orgânica disponível no solo contribui para a retenção dos coloides, devido a quantidade de cargas negativas estas atraem cátions trocáveis a sua superfície, assim melhorando a capacidade de retenção hídrica do composto (TAVARES FILHO, 2016).

O pH observado está na faixa de 6,0 a 6,9, com média de 6,46 CaCl₂ (desvio padrão= 0,33) e coeficiente de variação igual a 5,18 o que está em consonância com os valores encontrados por Cotta et al. (2015), que variaram entre 6,9 e 8,9. De acordo com Kiehl (2002), um composto é considerado

maturado quando o pH está acima de 6,0. Para Pereira Neto (2007), o pH ideal do material deve ser neutro. Segundo Albanell et al. (1988, citado por Cotta, 2015), a variação no pH pode ser atribuída à produção de ácidos orgânicos e CO₂ pelos microrganismos.

O fósforo encontrado está na faixa de 170,0 e 938 mg/dm³, com média de 553,60 mg/dm³ (desvio padrão= 242,70) e coeficiente de variação igual a 43,84 o que corrobora com valores encontrados por Aguiar et al (2022) e Magalhães et al (2022), respectivamente 382,0 e 261,0 mg/dm³. Segundo Duarte et al. (2017), o fósforo é o macronutriente, que é absorvido em menores quantidades em relação aos outros, contudo a presença do mesmo no solo é indispensável para o crescimento e produção vegetal. De acordo com Heinrichs e Soares Filho (2014), este contribui com o crescimento prematuro das raízes, qualidade de frutas, verduras, grãos e formação das sementes.

O potássio encontrado está na faixa de 3,2 e 12,4 mmol/dm³, com média de 7,01 mmol/dm³(desvio padrão=2,64) e coeficiente de variação igual a 37,68 o que corrobora com valores encontrados por Gerude Neto et al. (2023) e Garcia et al. (2020), respectivamente 4,1 e 18,1 mmol/dm³. Segundo Malavolta (1997), o potássio estimula a vegetação e o perfilhamento, sendo que sua deficiência provoca clorose seguida de necrose das margens das folhas velhas, diminuição da dormência apical, deficiência de ferro, perda da atividade cambial, entre outros.

O cálcio encontrado está na faixa de 21,0 e 75,0 mmol/dm³, com média de 57,42 mmol/dm³ (desvio padrão= 14,90) e coeficiente de variação igual a 25,95 o que corrobora com valores encontrados por Garcia et al (2022) e Vitor et al (2022), respectivamente 65,0 e 80,0 mmol/dm³. Segundo Silva e Costa (2022), o cálcio é fundamental para a qualidade do solo, pois desempenha um papel crucial na estruturação do solo, contribuindo para a agregação das partículas e a melhoria da drenagem.

O manganês encontrado está na faixa de 17 e 28,8 mmol/dm³, com média de 38,50 mmol/dm³ (desvio padrão=14,69) e coeficiente de variação igual a 38,15 o que corrobora com valores encontrados por Vitor et al (2022) e Magalhães et al (2022), respectivamente 45,0 e 49,0 mmol/dm³. De acordo com Milaleo et al (2010), O manganês é um elemento essencial no metabolismo vegetal, desempenhando papéis cruciais, principalmente na fotossíntese e atuando como cofator antioxidante enzimático; entretanto, sua função pode variar entre ser um nutriente vital ou um elemento tóxico, dependendo das concentrações presentes nos tecidos das plantas.

O sódio encontrado está na faixa de 4,6 e 13,9 mmol/dm³, com média de 9,53 mmol/dm³ (desvio padrão= 2,59) e coeficiente de variação igual a 27,16 que corrobora com valores encontrados por Gerude Neto et al. (2023) e Garcia et al. (2020), respectivamente 7,4 e 28,8 mmol/dm³. Segundo Girard et al. (2009), o sódio pode influenciar significativamente a fertilidade do solo ao afetar

negativamente sua estrutura e capacidade de troca catiônica, aumentando o risco de salinização em solos com alta concentração desse elemento, o que compromete a saúde das plantas e a produtividade agrícola; por isso, o manejo adequado da salinidade e a adoção de práticas que reduzam a concentração de sódio são essenciais para manter a qualidade do solo.

A Soma de Bases (BS) encontrado está na faixa de 54,3 e 129,5 mmol/dm³, com média de 112,34 mmol/dm³ (desvio padrão=20,84) e coeficiente de variação igual a 18,53 o que corrobora com valores encontrados por Gerude Neto et al. (2023) e Garcia et al. (2020), respectivamente 186,53 e 163,9 mmol/dm³. Segundo Malavolta (2006), a soma de bases (SB) é um parâmetro crucial na avaliação da fertilidade do solo, representando a concentração total de cátions básicos trocáveis, incluindo cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺) e sódio (Na⁺), estes cátions são essenciais para o desenvolvimento das plantas, contribuindo diretamente para a estrutura do solo, retenção de água e disponibilidade de nutrientes. De acordo com Raij et al (2021), solos com alta SB tendem a ser mais férteis, pois possuem uma maior quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas. Por outro lado, uma baixa soma de bases pode indicar a necessidade de correção do solo, como a aplicação de calcário, para aumentar a disponibilidade de cátions essenciais (SOUSA & LOBATO, 2004).

Não foram encontrados valores para alumínio nas 12 leiras. Segundo Oliveira (2018), embora o alumínio seja frequentemente considerado um elemento tóxico para muitas plantas, sua presença no solo desempenha um papel crucial na interação com outros nutrientes e na formação de complexos que podem afetar a disponibilidade de elementos essenciais para o crescimento das plantas.

A CTC encontrado está na faixa de 73,3 e 158,3 mmol/dm³, com média de 132,93 mmol/dm³ (desvio padrão=21,99) e coeficiente de variação igual a 16,54 o que corrobora com valores encontrados por Vitor et al (2022) e Magalhães et al (2022), respectivamente 155,3 e 157,1 mmol/dm³. A capacidade de troca catiônica (CTC) é um indicador fundamental da fertilidade do solo, pois reflete a capacidade do solo de reter e disponibilizar cátions essenciais para o crescimento das plantas, como cálcio, magnésio e potássio. Solos com baixa CTC têm uma menor capacidade de retenção desses nutrientes, o que pode levar a deficiências nutricionais nas plantas e afetar negativamente o rendimento das culturas (SANTOS et al., 2020).

A saturação por base encontrado está na faixa de 77,2 e 158,3 mmol/dm³, o que corrobora com valores encontrados por Garcia et al (2022) e Magalhães et al (2022), respectivamente 86,8 e 91,0 mmol/dm³. A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (EMBRAPA, 2010).

O composto orgânico gerado pelo STROC foi usado nos canteiros da Horta Orgânica, melhorando o solo e aumentando a produção de hortaliças para o restaurante escolar. Parte do

composto foi comercializada na comunidade, gerando recursos para a manutenção do STROC. Além disso, o sistema funcionou como um laboratório prático de educação ambiental, envolvendo os participantes em atividades sobre gestão de resíduos orgânicos e cultivo de hortaliças.

Segundo Lima et al. (2008), o composto orgânico ao final do processo apresenta características nutricionais relevantes, podendo ser aplicado na fertilização do solo, favorecendo a horticultura orgânica, a jardinagem e até a melhoria da geração de renda para os praticantes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados, os resíduos orgânicos gerados no restaurante escola quando tratados corretamente, geram um produto de valor agregado que pode ser destinado para recuperação de áreas degradadas, produção de alimentos, além do viés socioambiental junto às comunidades do entorno. Cabe destacar ainda que o STROC também foi utilizado como um laboratório de educação ambiental, no qual os alunos, docentes e comunidade do entorno tiveram a oportunidade de serem sensibilizados quanto às questões de resíduos orgânicos.

O processo de compostagem para ser otimizado carece de monitoramento e controle de parâmetros intervenientes, como umidade, temperatura, pH, oxigenação. Por tanto, recomenda-se para trabalhos futuros que seja pesquisado a implantação de um sistema que possa monitorar e controlar tais parâmetros.

REFERÊNCIAS

ADHIKARI, B. K. et al. Emissões de gases influenciadas pela configuração do sistema de compostagem doméstica. *Jornal de gestão ambiental*, v. 116, p. 163-171, fev. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479712006366>. Acesso em: 12 mar. 2023.

AGUIAR, M. C.; PINHEIRO, N. C. A.; ARAGÃO, F. M. M.; GOMES, L. B.; ARAUJO, N. A.; NASCIMENTO, B. M.; GERUDE NETO, O. J. A. Compostagem como alternativa para o tratamento do lodo de floculação da estação de tratamento de água. In: PEREIRA, D. R.; NETO, O. J. de A. G. (Orgs). *Abordagens multidisciplinares no processo de compostagem*. 1ª Ed: Gradus Editora. Bauru, São Paulo, 2022.

ALBANELL, E.; PLAIZATS, J.; CABRERO, T. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Biology and Fertility of Soils*, v. 6, 1988. p. 266-269.

ALENCAR, Bertrand Sampaio de; OLIVEIRA, Maria de Fátima G. de; ARAUJO, Roberto Correa de. Avaliação dos resíduos sólidos e da qualidade do composto orgânico produzido no Centro de Abastecimento Alimentar de Pernambuco. XII Safety, Health and Environment World Congress, São Paulo, 2012.

AMORIM, Ana Carolina. Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal/SP, 2002.

ANDRADE, F. C. et al. Compostagem de resíduos agrícolas. In: DAL BOSCO, T. C. (Org.). *Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas*. São Paulo: Blucher, 2017. p. 135-158.

AQUINO, Adriana Maria de; OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; LOUREIRO, Diego Campana. Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos. *Circular Técnica*, Embrapa, Seropédica/RJ, 2005.

AUGUSTINI, V. C. M.; KISHIMOTO, P.; TESCARO, T. C.; ALMEIDA, F. Q. A. Avaliação do índice resto-ingesta e sobras em unidade de alimentação e nutrição (UAN) de uma empresa metalúrgica na cidade de Piracicaba/SP. *Rev. Simbio-Logias*, p. 99-110, 2008; 1(1). Disponível em: http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Educacao/Simbio-logias/ARTIGO_07_NUTR_avaliacao_indice_resto-ingesta.pdf. Acesso em: 02 fev. 2023.

BARREIRA, L. P. Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção. 204f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BATTISTI, Dione Patrícia; BATTISTI, José Fernando. Avaliação da eficiência do uso do esterco bovino e do EM-4 na compostagem de resíduos de poda de árvores do município de Medianeira - PR. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

BENITES, V. M. et al. Produção de adubos orgânicos a partir da compostagem dos resíduos da

manutenção da área gramada do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 50. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2004.

BERNAL, M. P.; SANCHEZ-MONEDERO, M. A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic waste at different composting stages during their incubation with soil. Agriculture Ecosystems & Environment, v. 69, 1998. p. 175-189.

BNDES. Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Pesquisa científica BNDES FEP, nº. 02/2010, 2013.

BRITO, M. J. C. Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes, Aracaju, fev. 2008.

CAMPBELL, Stu. Manual de compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico. São Paulo: Nobel, 1995.

CAVALCANTE, A. S. da S. Cultivo orgânico de alface em diferentes épocas de plantio, preparo e coberturas de solo. 2008. 66 f. Tese (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2008.

COSTA, André Pereira da et al. A compostagem como recurso metodológico para o ensino de ciências naturais e geografia no ensino fundamental. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, Brasil, vol. 7, ed. n. 12, 15 out. 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/conbras1/a%20compostagem.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2023.

COTTA, Jussara Aparecida de Oliveira; CARVALHO, Nayhana Lara Chaves; BRUM, Túlio da Silva; REZENDE, Maria Olímpia de Oliveira. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. Engenharia Sanitária e Ambiental (Online), v. 20, 2015. p. 65-78.

DUARTE, C. F. D.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; CASSARO, L. H.; BREURE, M. F.; PROCHERA, D. L.; BISERRA, T. T. Capim-piatã adubado com diferentes fontes de fósforo. Revista Investigação, Aquidauana/MT, 2016. p. 58-63.

EMBRAPA. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. São Paulo, 2010. 9 p.

GARCIA, S. S. R.; Pereira, D. R.; Dutra, M. L. S.; Ribeiro, A. W. P.; Menezes, K. D. C. de; Cruz, R. F.; Gerude Neto, O. J. de A. (2020). Análise comparativa de adubos orgânicos oriundos de diferentes tipos de compostagem. Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente, v. 8, n. 2, 2020. p. 115-126.

GERUDE NETO, O. J. de A.; MENEZES, K. D. C. de; RIBEIRO, A. W. P.; CRUZ, R. F.; GARCIA, S. S. R.; PEREIRA, D. R.; ROSA, F. C.; GOMES, E. de B.; SILVA, D. F. da; MIRANDA, R. de C. M.. Influence of fibrous material on the composting, with the inclusion of different biocatalysts. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 45, e26, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X72317>. Acesso em: 3 nov. 2023.

GIRARD, J. S. et al. Impacto do sódio na fertilidade do solo e na nutrição das plantas. Soil Science

Society of America Journal, v. 83, n. 3, 2019. p. 678-688.

GOMES, T. C. A.; SILVA, J. A. M.; SILVA, M. S. L. Preparo de composto orgânico na pequena propriedade rural. Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido, 53. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001.

GROSSI, M. G.; VALENTE, J. P. S. Compostagem doméstica de lixo. Botucatu, SP: Fundacentro - Universidade Estadual Paulista - Unesp/Botucatu, 2002.

HECK, K. et al. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 1, 2013. p. 54-59.

HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. Adubação e manejo de pastagens. Birigui: Boreal, 2014. p. 180.

INÁCIO, Caio de Teves. Compostagem de restos de alimentos com aparas de grama e esterco de animais: monitoramento do processo. Circular Técnica, 46. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2010.

KIEHL, Edmar José. Manual de compostagem: maturação e qualidade de composto. EMBRAPA, São Paulo, n. 4, p. 173, 2004. Disponível em: <https://limpezapublica.com.br/manual-decompostagem-maturacao-e-qualidade-docomposto/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

KIEHL, J. E. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 492 p.

LIMA, Josanidia et al. Rede de cooperação no êxito de iniciativas voltadas para a utilização de composto orgânico na produção de hortaliças por pequenos agricultores em Camaçari-BA. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 3, n. 3, p. 47-52, 2008. Disponível em: https://orgprints.org/id/eprint/27470/1/Lima_Rede.pdf. Acesso em: 27 mar. 2023.

MAGALHÃES, W. M. A.; SILVA, D. F.; ARAGÃO, F. M. M.; VILAS BÔAS, I. C. C.; ARAUJO, N. A.; PINHEIRO, D. L.; GERUDE NETO, O. J. A.. Casca de mandioca e fibra de coco como fontes alternativas no processo de compostagem. In: PEREIRA, D. R.; NETO, O. J. de A. G. (Orgs). Abordagens multidisciplinares no processo de compostagem. 1ª ed. Bauru: Gradus Editora, São Paulo, 2022.

MAIA, C.M.B.F.; MANGRICH, A.S.; BUDZIAK, C.R.; SANTOS, J .C.P.. Compostagem de resíduos florestais: um guia para produção de húmus através de reciclagem e aproveitamento de resíduos floresta. Curitiba: Paraná, 2003.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. 1. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MASSUKADO, L. M. Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. 182 p. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MILLALEO, R.; REYES-DÍAZ, M.; IVANOV, A. G.; MORA, M. L.; ALBERDI, M. Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 10, n. 4, 2010. p. 470-481.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos, 2001.

MOURA, P. N.; HONAISSER, A.; BOLOGNINI, M. C. M. Avaliação do índice resto ingestão e sobras em unidade de alimentação e nutrição (UAN) do Colégio Agrícola de Guarapuava (PR). *Revista Salus-Guarapuava (PR)*. V. 3(10): p. 15-22. 2009. Disponível em: <http://revistas.unicentro.br/index.php/salus/article/viewFile/702/1158>. Acesso em 02 dez. 2023.

NASCIMENTO, Wilker Marcolino. Avaliação do papel e do papelão como fontes alternativas de carbono na compostagem doméstica. Monografia, Instituto Federal do Espírito Santo, 2022.

OLIVEIRA, J. R. A. A importância do alumínio no solo e seus efeitos na fertilidade. Editora AgroEdit, 2021.

PAIVA, E. C. R. Variáveis de projeto, operação de sistemas de leiras estáticas aeradas e qualidade do composto produzido com carcaças de aves mortas. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. 112 p.

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: processo de baixo custo. 1. ed. Viçosa: UFV, 2007.

PEREIRA NETO, J. T. On the treatment of municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting - A low cost technology approach. University of Leeds, Leeds, 1987. 272 p.

PEREIRA, Débora Corrêa de Mello Santos. Compostagem pelo método de aeração passiva: uma solução sustentável para resíduos orgânicos da indústria de celulose e papel. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2010.

PULLOPAXI CIFUENTES, Antony Javier. Tratamiento de residuos orgánicos generados en el Bioterio de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo mediante compostaje. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2019.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. (Boletim técnico, 100). 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

Ricarte, M.P.R., Fé M.A.B.M., Santos I.H.V.S., Lopes A.K.M.. Avaliação do desperdício alimentar produzido por comensais em restaurante universitário no sul do Brasil por meio de gráficos de controle. *Latin American Journal of Business Management*, v. 8, n. 2, 2013. p. 118-133.

RICHARD T.; TRAUTMANN N.; KRASNY M., FREDENBURG S.; STUART C. Compost. Universidad de Cornell. 2005. Disponível em <http://compost.css.cornell.edu/science.html>. Acesso em: 25 dez. 2023.

SANTOS, A. C.; NEVES, J. C. L. A importância da capacidade de troca catiônica para a fertilidade do solo. In: *Sistemas de produção e manejo do solo*. Editora Agropecuária, 2020.

SBIZARRO, M.; DAL BOSCO, T.C.; PRATES, K.V.M.C.; PRESUMIDO, P.H.; PINTO, A.A.S.; SOUZA, A.V.D. A. Tratamento de dejetos ovinos, bovinos e palha-de-açúcar via vermicompostagem. In: BOSCO, Tatiane Cristina Dal. Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas. São Paulo: Blucher, 2017. p. 45-68.

SILVA, Alice Sabrina Ferreira da. Avaliação do processo de compostagem com diferentes proporções de resíduos de limpeza urbana e restos de alimentos. Universidade Federal de Pernambuco. (Dissertação de Mestrado). Recife, 2016.

SILVA, M. J.; COSTA, R. F. A importância do cálcio na saúde do solo e na produtividade das culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 45, n. 3, 2022. p. 456-470.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Calagem e adubação para culturas anuais e perenes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Orgs). Calagem e adubação para culturas anuais e perenes. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. p. 283-315.

TAVARES FILHO, João. Física e conservação do solo e água. 1. ed. Londrina: EDUEL, 2016. 256 p.

TEIXEIRA, L. B. et al. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica nº 33/2004/PA. Belém: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 8 p., out. 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/407137/1/Circ.tec.33.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2023.

THOMSEN, I. K. C and N transformations in (15)N cross-labelled solid ruminant manure during anaerobic and aerobic storage. *Bioresource Technology*, v. 72, 2000. p. 267-274.

TIQUIA, S. M.; WAN, J. H. C.; TAM, N. F. Y. Dynamics of yard trimmings composting as determined by dehydrogenase activity, ATP content, arginine ammonification, and nitrification potential. *Process Biochem*, v. 37, p. 1057-1064, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(01\)00317-X](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(01)00317-X). Acesso em: 01 mar. 2023.

VARENHOLT, Helton. A importância da compostagem dos resíduos orgânicos gerados em ambiente doméstico. 32 f. Trabalho de conclusão do curso (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

VITOR, T. S.; SILVA NETO, V. M.; ARAGÃO, F. M. M.; VILAS BÔAS, I. C. C.; ARAUJO, N. A.; SILVA, F. A. M.; GERUDE NETO, O. J. A. Papel como fonte alternativa de fibra no processo de compostagem. In: PEREIRA, D. R.; NETO, O. J. de A. G. (Orgs). Abordagens multidisciplinares no processo de compostagem. 1ª ed. Bauru: Gradus Editora, São Paulo, 2022.

ZANINI, R. R. et al. Avaliação de desperdício alimentar produzido por comensais em restaurante universitário no sul do Brasil por meio de gráficos de controle. *Latin American Journal of Business Management*, v. 8, n. 2, 2013. p. 118-133.

ZIMMERMANN, A. M.; MESQUITA, M. O. Campanha Resto Zero em um restaurante universitário. *Disc. Scientia. Série: Ciências da Saúde*, V. 12(1): p. 115-125 2011. Disponível em: <http://sites.unifra.br/Portals/36/2011/Saude/11.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2023.