

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

ALESSANDRA CRISTINA DE LIMA SOARES

**COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DE POLPAS DE FRUTAS: COMPOSTAGEM,
USO NA PRODUÇÃO DE MUDAS E DISSEMINAÇÃO DE CONHECIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Tecnologias Ambientais
(Modalidade Mestrado Profissional)
como requisito para a obtenção do título
de Mestre em Tecnologias Ambientais

Marechal Deodoro – AL

2022

Alessandra Cristina de Lima Soares

**COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDÚSTRIAS DE POLPA DE FRUTAS:
COMPOSTAGEM, USO NA PRODUÇÃO DE MUDAS E DISSEMINAÇÃO DE
CONHECIMENTO**

Orientador: Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima

Coorientador (a): Profa. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos

Marechal Deodoro – AL

Dezembro de 2022

FICHA CATALOGRÁFICA



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

S676c

Soares, Alessandra Cristina de Lima.

Compostagem de resíduos de polpas de frutas : compostagem, uso na produção de mudas e disseminação de conhecimentos / Alessandra Cristina de Lima Soares. – 2022.

75 f. : il., col.

Inclui bibliografia, figuras e apêndice.

Apêndice (pág. 76-91)

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2022.

Orientador: Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima.

1. Resíduos de frutas. 2. Compostagem. 3. Fertilizantes. 4. Adubo orgânico. 5. Extensão rural. I. Título.

CDD: 631.8

ALESSANDRA CRISTINA DE LIMA SOARES


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Aprovado em 29 de dezembro de 2022.

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDRE SUELDO TAVARES DE LIMA
Data: 17/02/2023 14:05:28-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima – IFAL (Orientador/Presidente da Banca)

Banca examinadora;


Profª. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos – INSA (Coorientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br TAMARA CLAUDIA DE ARAUJO GOMES
Data: 23/02/2023 10:22:14-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Profª. Dra. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes – EMBRAPA (Membro Externo)

Prof. Dr. Tiago Jorge de Araújo Barbosa – IFAL (Membro Externo)

Documento assinado digitalmente
gov.br TIAGO JORGE DE ARAUJO BARBOSA
Data: 17/02/2023 16:56:20-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas oportunidades que Ele me proporciona na vida, pela minha saúde e por sempre me iluminar.

Agradeço a minha família! Sempre me incentivou, me apoiou e confiou em mim. Meus pais sempre proveram educação e condições de estudo. À minha mãe pela preocupação e cuidados. Ao meu pai pelo esforço e incentivo. Minha madrastra e minha irmã.

Agradeço ao meu marido Otávio Leandro por sempre está do meu lado nos momentos mais difíceis da vida e ser meu maior incentivador.

Aos meus filhos anjos João Marcelo e Clarice, que me deram forças pra continuar mesmo não sendo em plano terrestre.

Agradeço ao meu orientador e professor André Suêlto por sua disponibilidade, suporte e motivação.

Agradeço à COOPEAGRO pela oportunidade, pelo espaço disponibilizado e confiança.

RESUMO

O processo de fabricação de polpa de frutas é gerador de grande volume de resíduos orgânicos, contendo cascas, sementes e bagaço. Na Cooperativa dos pequenos agricultores organizados (COOPEAGRO), localizada no Município de Maragogi-AL, o processo de fabricação de polpa produz cerca de 25 toneladas desses resíduos por mês, que podem ser aproveitados para produção de compostos orgânicos. Desta forma o objetivo do trabalho é desenvolver compostos orgânicos a partir de resíduos de agroindústria de polpa de frutas e avaliá-los como substrato para a produção de mudas de alface. Realizou-se a caracterização química dos resíduos gerados pela agroindústria para fins de dimensionamento de possíveis pilhas de compostagem, e a definição da proporção de diferentes resíduos a serem misturados. Foram realizados o monitoramento de parâmetros fundamentais para o manejo da compostagem o potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), temperatura e relação C/N ao longo de todo o processo. Foram utilizados os resíduos do processamento agroindustrial os resíduos testados foram abacaxi, graviola, maracujá, goiaba e acerola. Para obtenção dos compostos foi utilizada a composteira de alvenaria. Após 120 dias os resultados demonstraram que os parâmetros monitorados seguiram o indicado na literatura. Os compostos foram testados para produção de mudas de alface, sendo avaliados altura de plântulas, número de folhas, comprimento de raízes e massa seca da parte aérea de raízes e estabilidade de torrão. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (T1 = composto comercial; T2 = maracujá e acerola; T3 = maracujá e goiaba; T4 = maracujá e graviola) e 5 repetições. Para representar as 16 unidades experimentais, foram utilizadas 8 bandejas de 128 células, divididas ao meio. O tratamento de composto com resíduos de maracujá e acerola, destacou-se dos demais apresentando maior média da parte aérea e sistema radicular. A cromatografia do composto de maracujá e acerola demonstrou os melhores resultados. Os produtos tecnológicos gerados foi uma patente dos compostos orgânicos obtidos, artigo submetido a Revista Brasileira de Agroecologia e capacitações em diversos níveis.

Palavras-chave: Resíduos de frutas; Compostagem; fertilizantes; Adubo orgânico, Extensão rural.

ABSTRACT

The fruit pulp manufacturing process is a generator of organic waste, containing peels, seeds and bagasse. At the Cooperative of Small Organized Farmers (COOPEAGRO), located in the Municipality of Maragogi-AL, the pulp manufacturing process produces about 25 tons of this waste per month, which can be used to produce organic compounds. In this way, the objective of this work is to develop organic compounds from residues of fruit pulp agroindustry and evaluate them as substrate for the production of lettuce seedlings. The chemical characterization of the residues generated by the agroindustry was carried out for the purpose of sizing possible compost piles, such as the proportion of different residues to be mixed. The residues tested were pineapple, soursop, passion fruit, guava and acerola. To obtain the compounds, a hexagonal compost was used. After 120 days, the results showed that the monitored parameters followed what is indicated in the literature. The compounds were tested for the production of lettuce seedlings, evaluating seedling height, number of leaves, root length and dry mass of root area and root ball stability. The experimental design used was completely randomized, with 4 treatments (T1 = commercial compost; T2 = passion fruit and acerola; T3 = passion fruit and guava; T4 = passion fruit and soursop) and 5 replications. To represent the 16 experimental units, 8 trays of 128 cells were used, divided in half. The treatment of compost with residues of passion fruit and acerola, stood out from the others, presenting a higher average of the aerial part and root system. Chromatography of the passion fruit and acerola compound showed the best results. The technological products generated will be a patent of the organic compounds obtained, an article submitted to the Brazilian Journal of Agroecology and training at different levels.

Keywords: Fruit residues; Composting; fertilizers; Organic fertilizer, Rural extension.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ordem de prioridades e gerenciamento dos resíduos conforme a PNRS-	17
Figura 2. Fluxograma do beneficiamento de frutas para a produção de polpa de fruta congelada.....	19
Figura 3. O processo de compostagem (Balanço de massa)	20
Figura 4. Fases da compostagem relacionando a temperatura do composto ao tempo	21
Figura 5. Mapa de localização da COOPEAGRO no município de Maragogi/AL.	25
Figura 6. Processo de pré-secagem de resíduo de maracujá sobre a lona, COOPEAGRO 2021.....	33
Figura 7. Medição da temperatura com termômetro digital Salvterm 1200K, Coopeagro 2021.	37
Figura 8. Teste para a verificação da umidade dos compostos.	37
Figura 9. Peneiramento do composto utilizando uma malha de 2,0 mm para ensacamento, Coopeagro 2022.	38
Figura 10. Escalas de notas para qualificação dos cromatogramas avaliados	40
Figura 11. Representação das partes (zonas) que compõem um cromatograma.....	40
Figura 12. Experimento com mudas de alface dispostos nas bandejas de polipropileno, setor produtivo do curso de agroecologia. Campus Ifal Maragogi 2022.	41
Figura 13. Croqui da área experimental para avaliar o desenvolvimento de alface em compostos orgânicos, tendo com área útil as células de cor verde.	42
Figura 14. Aspecto de torrões das mudas de alface dos tratamentos: composto comercial (T1), maracujá e acerola (T2), maracujá e goiaba (T3) e maracujá e graviola (T4).	42
Figura 15. Evolução da temperatura das pilhas de resíduos em função do tempo de compostagem A. Maracujá + Graviola, B: Maracujá + Acerola e C: Maracujá + Goiaba	47
Figura 16. - Logomarca criada para os compostos orgânicos produzidos na COOPEAGRO.	52
Figura 17. Rótulo criado para o composto orgânico produzido na COOPEAGRO.....	53
Figura 18. Composto orgânico embalado produzido na COOPEAGRO.	53
Figura 19. Interpretação dos cromatogramas através das cores. Vermelho: Deficiente, amarelo: Satisfatório, Verde: Excelente, Tratamentos: Maracujá e acerola (C1); Maracujá e Goiaba (C2); Maracujá e Graviola (C3); Maracujá, graviola e abacaxi (C4) e Maracujá e Aba	55

Figura 20. Ilustração cromatográfica dos compostos orgânicos derivados por Maracujá e acerola (C1); Maracujá e Goiaba (C2); Maracujá e Graviola (C3); Maracujá, graviola e abacaxi (C4) e Maracujá e Abacaxi (C5).	56
Figura 21. Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis cromatográficas e a composição química dos compostos avaliados Maracujá e acerola (C1); Maracujá e Goiaba (C2); Maracujá e Graviola (C3); Maracujá Maracujá, graviola e abacaxi (C4) e Maracujá e Abacaxi.....	57
Figura 22. Minicurso realizado com alunos do curso de agroecologia e ou Hospedagem – Ifal-Campus Maragogi.	61
Figura 23. Folder distribuídos para os alunos e Agricultores.	61
Figura 24. Dialogo com agricultores da feira livre de Maragogi-AL.	62

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Condições Sugeridas para uma rápida compostagem	22
Tabela 2-Teores mínimos e máximos exigidos para os fertilizantes orgânicos mistos e compostos sólidos.	25
Tabela 3. Frutas in natura e pastas recebidas pela COOPEAGRO no primeiro semestre de 2021	27
Tabela 4. Ensaios laboratoriais realizados nos resíduos de abacaxi, acerola, goiaba, graviola e maracujá. para a fabricação de polpas nos meses de dezembro de 2019, abril 2020 e maio 2020.....	31
Tabela 5 .Teores de nutrientes e relação C/N dos resíduos das frutas processados nos meses de dezembro de 2019, abril 2020 e maio 2020, na Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados, COOPEAGRO. Maragogi, AL.	32
Tabela 6 . Compostos orgânicos formulados a partir da combinação de resíduos da agroindústria de polpa de frutas	32
Tabela 7 . Determinações analíticas realizadas durante o processo de compostagem.....	36
Tabela 8 .Teores de Nutrientes presentes nos resíduos das frutas processados na Coopeagro 2021.....	43
Tabela 9 . Valores de carbono Orgânico, nitrogênio total e relação C/N dos resíduos para a compostagem.....	44
Tabela 10 . Valores de densidade úmida, de matéria seca e densidade seca dos resíduos de frutas frescos.	45
Tabela 11. Proporções em massa seca e volume dos resíduos a serem misturados para a formação das pilhas de composto.....	45
Tabela 12. Pilhas montadas para o processo de compostagem conforme o volume, M1: Mistura 1 e M2 – Mistura 2.....	46
Tabela 13 . Valores médios dos resultados das análises químicas dos compostos orgânicos: Maracujá e acerola, Maracujá e Goiaba e Maracujá e Graviola.	50
Tabela 14 . Médias das notas das zonas dos cromatogramas nos compostos orgânicos avaliados.....	54
Tabela 15. Germinação, tamanho de planta e número de folhas de plantas de alface	58
Tabela 16. Peso úmido da parte aérea e raiz de plantas submetidas a diferentes compostos orgânicos após 20 dias de semeadura em bandeja. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey.	59

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abrafrutas – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados
CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
COOPEAGRO – Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados
CTF – Cadastro Técnico Federal
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IMA – Instituto de Meio Ambiente de Alagas
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MO – Matéria Orgânica
MOT – Matéria orgânica total
MOC – Matéria orgânica compostável
MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos
NBR – Norma Brasileira Registrada
ONU – Organização das Nações Unidas
PERS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIB – Produto Interno Bruto
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
RSU – Resíduos sólidos urbanos
Semarh – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos
T – Tonelada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.2 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	18
2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	19
2.4 COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	20
2.5. COMPOSTO ORGÂNICO	24
2.7. EXTENSÃO RURAL	29
3. OBJETIVOS	29
3.1. GERAL	29
3.2. ESPECÍFICOS	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1. ANÁLISES QUÍMICAS DOS RESÍDUOS DE FRUTAS	31
A) CÁLCULOS DAS PROPORÇÕES DE RESÍDUOS (EM MASSA SECA)	33
B) DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE ÚMIDA	34
C) DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA SECA.	34
4.2. MONITORAMENTO DA PILHA	36
4.4. AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS POR CROMATOGRAFIA DE PAPEL DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS	39
4.5. DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS MUDAS DE ALFACE	41
4.6. MINICURSOS SOBRE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 CARATERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS UTILIZADOS NA COMPOSTAGEM	43
5.2. RELAÇÃO C/N DOS RESÍDUOS DE FRUTAS	43
5.2.1 DENSIDADE ÚMIDA, TEOR DE MATÉRIA SECA E DENSIDADE SECA	44
5.3. PROPORÇÕES DOS MATERIAIS A SEREM MISTURADOS	45
5.4. TEMPERATURA	46
5.5 UMIDADE, REVOLVIMENTO E AERAÇÃO	48
5.7. RESULTADOS DA CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER	54
5.8 AVALIAÇÃO DAS MUDAS DE ALFACE	58
5.9. RESULTADOS DOS MINICURSOS SOBRE COMPOSTAGEM	60
6. PRODUTOS DA PESQUISA/ DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO PATENTEÁVEL/ CRIAÇÃO DE ATIVIDADE DE CAPACITAÇÃO, EM DIFERENTES NÍVEIS	62
7. CONCLUSÃO	64
8. REFERÊNCIAS	65

9. APÊNDICES.....	71
APÊNDICE A – ARTIGO ENVIADO PARA REVISTA ABA – REVISTA BRASILEIRA DE AGROECOLOGIA	71
APÊNDICE B -FORMULÁRIO DE REGISTO DE PATENTE DE COMPOSTO ORGÂNICO COPRODUZIDO DE RESÍDUOS AGROINDÚSTRIAS DE POLPA DE FRUTAS FOI SUBMETIDA AO INPI.....	85
1. DESCRIÇÃO.....	89
4. IMPACTO.....	89
5. APLICABILIDADE.....	91
6. INOVAÇÃO.....	91
7.COMPLEXIBILIDADE	91
8. O PRODUTO.....	92
APÊNDICE C -FOLDER DE COMPOSTAGEM DISTRIBUÍDOS AOS ALUNOS E AGRICULTORES.	100

1.INTRODUÇÃO

A geração de resíduos agroindustriais, derivado da produção de frutas, cada vez mais tem aumentado no mundo com o avanço tecnológico e consumo de insumos.

De acordo com dados da FAO (2022), a China é o maior produtor mundial de frutas, concentrando diversos cultivos tais como maçã, citros, melão, pera, tangerina e melancia. A Índia é o segundo maior produtor, com destaque para manga, mamão e banana. O Brasil, apesar de ser o terceiro maior produtor mundial de frutas, detém um pequeno percentual da produção (4,5%) e do mercado global (1,9%) do valor das exportações.

Adentrando no campo industrial, tem-se a agroindústria como uma geradora de resíduos que impactam diretamente na qualidade do solo (FIORI; SCHOENHALS; FOLLADOR, 2008). Grande parte dos resíduos agroindustriais tem como destino final os aterros sanitários, fazendo com que se perca a oportunidade de reaproveitamento de um volume significativo de biomassa e nutrientes que, a depender do tipo de resíduo, poderiam ser utilizados como alimentação animal, geração de energia, produção de alimentos ou a incorporação de adubo orgânico no solo após o processo de compostagem (ABUD & NARAIN, 2009; ROSA et al 2011).

A conservação de frutas na forma de sucos e polpas apresenta-se como uma das principais alternativas na busca de durabilidade do produto e consumo conforme a sazonalidade. Entretanto, o processo de fabricação de polpas de frutas gera toneladas de resíduos agroindustriais, formado em sua maior parte pelas cascas, bagaços e sementes das frutas. Tais resíduos, se descartados de forma inadequada, causa a deterioração dos recursos naturais uma vez que apresentam, em sua maioria, elevado valor orgânico, por fornecerem nutrientes para microrganismos e, também, devido às perdas de biomassa e energia. (SOUZA et al, 2011; CÓRDOVA et al, 2005).

O reaproveitamento dos resíduos sólidos constitui um dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, em seu artigo sétimo, sendo a compostagem uma alternativa de baixo custo e de simples implantação. Ainda segundo a PNRS, a compostagem é uma forma de destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010)

Segundo POLPRASERT (2007), a compostagem é um processo que consiste na degradação da matéria orgânica (MO) por meio da ação de uma população diversificada de bactérias e fungos que resulta em um material estável ou humificado, e pode ser utilizado como adubo orgânico. Os compostos orgânicos complexos são quebrados em compostos

orgânicos simples por meio da atividade dos microrganismos, e então são formados os compostos inorgânicos. Ao final do processo de decomposição da MO é formado um material estável com componentes mineralizados, de cor escura, que pode ser utilizado como fertilizante orgânico. ou condicionador de solo para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do meio.

De acordo com PEREIRA NETO (2007), o processo de compostagem divide-se nas etapas de preparação, degradação ativa, resfriamento, maturação e refinamento. Levando-se em consideração a necessidade de atendimento à legislação e de proceder com a gestão dos resíduos orgânicos, o composto orgânico formado pode ser utilizado como substrato para produção de mudas e/ou adubo para as plantas, adicionando nutrientes ao solo e contribuindo para o crescimento e desenvolvimento de culturas de forma sustentável.

Do ponto de vista da sustentabilidade, encarar a compostagem como uma biotecnologia de tratamento da fração orgânica dos resíduos, significa colocá-la nos mais variados currículos técnicos superiores, e não a manter enquadrada apenas como “antiga técnica agrícola para aproveitar o esterco e restos vegetais nas pequenas propriedades agrícolas”, mas também inseri-la de forma consistente nos programas e planos de gestão de empresas e governos (INÁCIO; MILLER, 2009).

Neste sentido, as instituições de ensino possuem fundamental papel no desenvolvimento de novas técnicas, sendo um laboratório de ideias sempre em busca de soluções viáveis. Os empreendimentos públicos e privados que utilizam da matéria orgânica devem atentar às legislações específicas quanto ao reuso desse material. O Brasil possui uma legislação ampla que visa atender as especificidades de cada contexto, a citar a Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010.

De acordo com SILVA *et al.* (2007), os compostos orgânicos apresentam variações em suas características físicas, químicas e biológicas, a depender do tipo de resíduo que os origina, resultando em diferentes teores de nutrientes. Um dos fatores que mais influencia o produto final é a relação C/N presente na mistura de resíduos a ser processado, que de acordo com estudos, a relação ideal para iniciar o processo de compostagem varia de 25/1 a 35/1 Silva *et al.* (2007). Segundo MORREL *et al.* (1985), a relação C/N deve ser determinada no material a ser compostado para efeito de balanço de nutrientes e também no produto final, para efeito de qualidade do composto.

A Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados - COOPEAGRO é uma agroindústria voltada para a fabricação de polpas de frutas, localizada na cidade de

Maragogi/AL. Congrega agricultores locais, distribuídos em assentamentos de reforma agrária, os quais desenvolvem principalmente a fruticultura, com destaque para a acerola, graviola, cajá, maracujá e goiaba.

Em seu processo de fabricação de polpa de frutas, a COOPEAGRO gera resíduos orgânicos vegetais constituídos por frutas não aptas para serem processadas, cascas, bagaços e sementes. Devido às suas características, são resíduos passíveis de compostagem, onde existe a oportunidade de reaproveitamento e ao final do processo, o adubo orgânico formado pode ser reinserido na cadeia produtiva das frutas destinadas à cooperativa, tornando o ciclo sustentável.

A presente dissertação visa subsidiar a aplicação prática da técnica de compostagem para o setor da agroindústria voltada para a fabricação de polpa de frutas. A viabilidade para a implantação da compostagem na agroindústria se deu através da caracterização dos resíduos gerados e a partir disto foram verificadas possíveis combinações de resíduos de frutas para a correta condução do processo, com análise dos parâmetros essenciais ao longo do tempo, tais como temperatura, umidade, relação C/N, aeração, Condutividade elétrica, Ph etc...

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Resíduos Sólidos

A preservação do meio ambiente tem sido tema de discussões que motivaram encontros e conferências internacionais para debater problemáticas tais como o uso irracional dos recursos naturais, poluição atmosférica, desastres ambientais, etc., sendo estes os principais temas abordados na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, mais conhecida como Conferência de Estocolmo, em 1972. A Conferência de Estocolmo foi o marco inicial de encontros de diferentes nações para discutir assuntos relacionados ao meio ambiente. Assim como os demais temas relacionados à preservação do meio ambiente, a questão do adequado manejo dos resíduos sólidos também é motivo de debates internacionais com foco na redução da geração e consumo consciente.

Neste contexto, 193 Estados Membros da Organização das Nações Unidas (ONU) assinaram, em 2015, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste em um plano composto por diferentes entidades envolvendo instituições públicas e privadas, sociedade civil e órgãos de pesquisas com foco no desenvolvimento econômico aliado ao bem-estar social e à sustentabilidade ambiental.

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) é um dos planos de ação para a Agenda 2030, no qual 19 objetivos de diversos temas ligados à sustentabilidade foram estabelecidos para serem alcançados por meio de adoção de metas das nações componentes (MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES,2015).

Em alinhamento com as ODS enfatizando o objetivo nº 12 Consumo e Produção Responsáveis, o adequado manejo dos resíduos sólidos, segundo a PNRS, segue uma ordem de prioridade no gerenciamento dos resíduos ilustrada na figura 1.

Figura 1.Ordem de prioridades e gerenciamento dos resíduos conforme a PNRS-



Fonte: Autora, 2022

A Norma Brasileira Registrada (NBR) nº 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define os resíduos sólidos como sendo:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. Ela também define que a classificação dos resíduos sólidos está ligada à atividade que lhe deu origem e os componentes que lhes são constituídos (ABNT, 2004, p. 1).

A responsabilidade compartilhada instituída como princípio da Política Nacional de resíduos sólidos - PNRS, determinou que grandes geradores de resíduos sejam responsáveis pela adequada destinação final dos resíduos produzidos. A responsabilidade compartilhada busca envolver todos os agentes da cadeia produtiva, como os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, e atribui a eles a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto.

A responsabilidade compartilhada instituída como princípio da PNRS – Política Nacional de resíduos sólidos, determinou que grandes geradores de resíduos sejam responsáveis pela adequada destinação final dos resíduos produzidos. A responsabilidade

compartilhada busca envolver todos os agentes da cadeia produtiva, como os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, e atribui a eles a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto.

Conclui-se, portanto, que o poder público municipal é responsável pela coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos domiciliares e de limpeza urbana, enquanto que os agentes comerciais e prestadores de serviços, como o ramo dos serviços de saúde, industrial, de transportes e outros devem seguir o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, o que inclui a destinação final ambientalmente adequada.

Esta dissertação se concentrará em subcategorias de resíduos Agroindustriais, que tem sua classificação de origem por serem resíduos do processo produtivo em instalações agroindustriais. Resíduos agroindustriais de composição química orgânica se destacam em sua composição. Os resíduos gerados durante o processo de fabricação de polpas de frutas são caracterizados como resíduos orgânicos de origem vegetal, devido a sua composição química.

Resíduos orgânicos resultantes de processos naturais e em pequenas quantidades se tornam parte de ciclos como o da água, carbono e nitrogênio. Por outro lado, resíduos orgânicos gerados a partir de ações antrópicas são potenciais fontes de poluição se não forem geridos de maneira adequada (SPADOTTO & RIBEIRO, 2006, p. 34; BRASIL, 2019).

2.2 Resíduos Agroindustriais

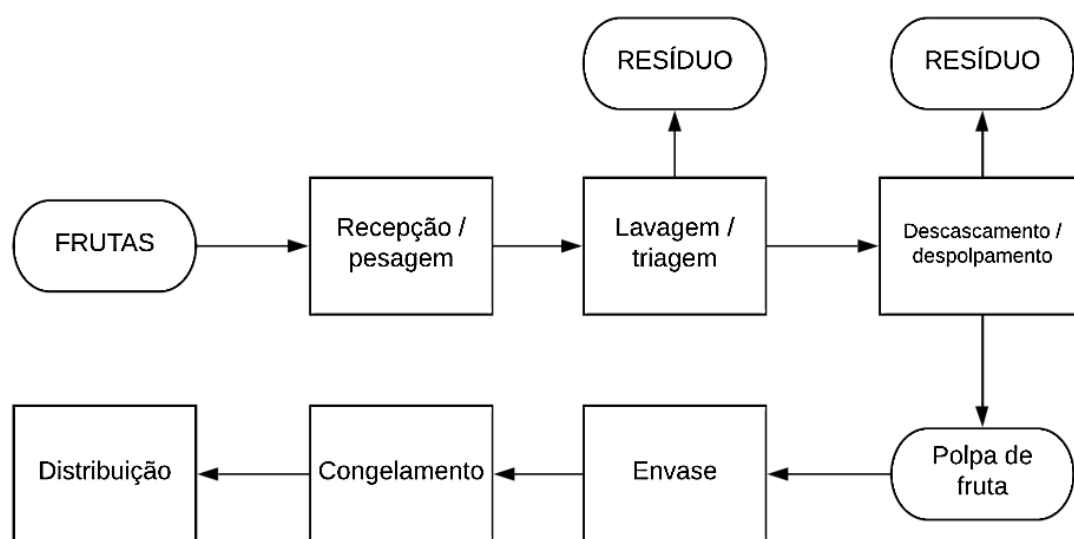
O agronegócio brasileiro é responsável por 26,6% do PIB do país, segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2021), o que inclui o setor primário, de insumos, agros serviços e agroindústria. A agroindústria basicamente consiste no beneficiamento de matéria-prima e transformação dos produtos de procedência agrícola, seja pela agricultura, pecuária, aquicultura ou silvicultura. Resíduos agroindustriais são aqueles gerados a partir de processos do setor da agroindústria. Pode ser classificado quanto à periculosidade (resíduos perigosos e não perigosos) e quanto à composição química (resíduos orgânicos e inorgânicos). Resíduos agroindustriais orgânicos são os resíduos do setor constituídos por matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, podendo citar os resíduos da indústria da madeira, indústria do fumo, a indústria de alimentos e bebidas, etc.

A polpa de fruta congelada vem tendo destaque no país nos últimos anos devido às facilidades inerentes a este produto. Segundo MATTA *et al* (2005), a polpa de fruta

congelada permite preservar as características da fruta e seu consumo no período de entressafra. Além disso, também conserva o sabor original da fruta e permite a facilidade para a expansão comercial de frutas típicas de uma região específica.

A geração dos resíduos nas diferentes etapas de fabricação de polpa se concentra na etapa da triagem e na etapa de descascamento e despulpamento, como mostra o fluxograma apresentado na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma do beneficiamento de frutas para a produção de polpa de fruta congelada



Fonte: Autora,2021

2.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A lei 12.305/2010, que versa sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Capítulo II, Art. 7º, parágrafo II, propõe que a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Em seu Capítulo V, Art. 42, a PNRS menciona ações de incentivo ao desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos produzidos. Estes poderão ser utilizadas tecnologias, visando a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental. (BRASIL, 2010).

A Lei 7.749, de 13 de outubro de 2015, dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) do Estado de Alagoas, destaca o incentivo para produção de tecnologias limpas, fomento à pesquisa e ao desenvolvimento de novas tecnologias para o

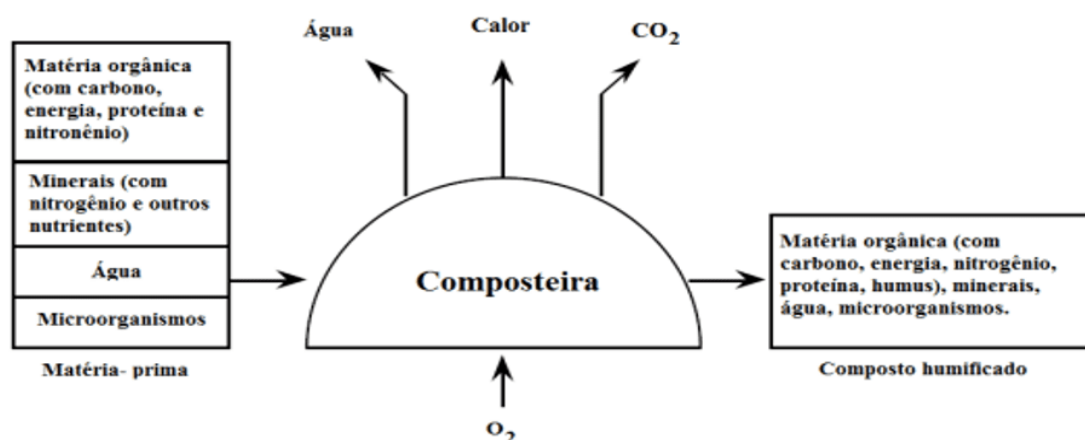
tratamento de resíduos sólidos. Em seu Art. 29, dispõe que o gerenciamento dos resíduos será efetuado pelo gerador e pelos municípios de forma preferencialmente integrada (ALAGOAS, 2015).

A PNRS, (Lei 12.305/2010) previu, no art. 36, inciso V, a necessidade de implantação, pelos titulares dos serviços, “de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido”. Desta forma, entende-se que a promoção da compostagem da fração orgânica dos resíduos, assim como a implantação da coleta seletiva e da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, faz parte do rol de obrigações dos municípios instituída pela Lei 12.305/2010. (BRASIL, 2010).

2.4 Compostagem de resíduos Orgânicos

A compostagem é um processo de baixo custo de implantação e manuseio simples que pode ser utilizada com alternativa de tratamento de resíduos orgânicos sendo aplicada para o tratamento de resíduos gerados no processo produtivo de polpas de frutas. A descrição da compostagem como parte de um grupo de processos de “decomposição aeróbia de sólidos”, citada por VANDERGHENYST (1997), nos dá uma perspectiva muito prática do ponto de vista científico e da engenharia. O processo de compostagem não se limita apenas a adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas, mas envolve a escolha dos materiais, seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizado, como também, a disponibilidade desses materiais para que processo se complete (OLIVEIRA *et al.*, 2008, spp.). Na figura 3 que segue, entende-se um esquema simplificado da compostagem.

Figura 3. O processo de compostagem (Balanço de massa)

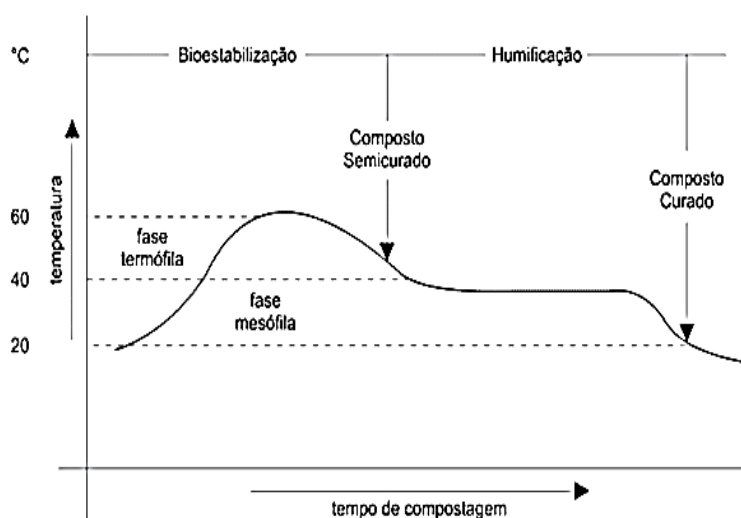


Fonte: Rynk, 1992, adaptado pela autora.

Segundo, FERNANDES; SILVA, 1999, o início do processo da compostagem tem por características o crescimento de mesófilos, em seguida o aumento de temperatura de forma gradativa em consequência do processo de biodegradação, os microrganismos reduzem e os termófilos aumentam com mais intensidade. A população termofílica é extremamente ativa e provoca uma rápida degradação da matéria orgânica e um aumento da temperatura eliminando os microrganismos patogênicos.

Na figura que segue, percebe-se o comportamento da temperatura nas diferentes fases da compostagem, relacionada com o tempo.

Figura 4. Fases da compostagem relacionando a temperatura do composto ao tempo



Fonte: D'ALMEIDA & VILHENA, 2000

Após a transformação da maioria do substrato orgânico, a temperatura reduz, os microrganismos termofílicos se restringem, a atividade biológica diminui significativamente e os agentes mesófilos se reinstalam. É nesta fase que a maioria das partículas biodegradáveis já foram transformadas e o odor do composto apresenta-se agradável, dando início ao processo de humificação, o qual é característico da segunda etapa do processo, nomeada de maturação (FERNANDES; SILVA, 1999). O autor também destaca que durante o processo da compostagem estas duas fases são bem distintas entre si. Na fase de degradação rápida, também conhecida como a fase da bioestabilização, a atividade microbiológica é mais intensa e a transformação da matéria orgânica ocorre rapidamente. Contudo, há um grande consumo de Oxigênio (O₂) pelos microrganismos e elevação da temperatura, além de visíveis

mudanças na mistura em compostagem, visto que a mesma se apresenta mais escura e com um odor menos agressivo. Apesar desses sinais de transformação, o composto ainda não está totalmente preparado para ser utilizado. Ele só estará pronto após a seguinte fase, denominada maturação (FERNANDES; SILVA, 1999).

Ainda segundo FERNANDES E SILVA. 1999, na fase de maturação a atividade biológica diminui, assim como a necessidade da aeração. O processo de maturação ocorre em temperatura ambiente e se caracteriza predominantemente por transformações químicas, como a polimerização das partículas orgânicas estáveis no processo denominado humificação. Tais conceitos são importantes, posto que eles correspondem à própria concepção das usinas de compostagem. Considerando que na fase de biodegradação rápida o volume do material em compostagem diminui, observa-se que conseqüentemente a área necessária para a fase de maturação é menor. Assim, o grau de maturação do composto pode ser definido através de alguns testes simples que permitem a verificação da preparação do composto para o uso. Assim, ele estará apto para ser peneirado e acondicionado adequadamente para a venda e transporte.

Para que o desenvolvimento do processo de compostagem ocorra satisfatoriamente, é necessário que alguns parâmetros físico-químicos sejam respeitados para que os microrganismos possam encontrar condições favoráveis para se desenvolverem e transformar a matéria orgânica. Na verdade, estes limites são flexíveis e descrevem mais os intervalos ideais para cada tipo de classe de microrganismo do que as divisões estanques. (Tabela 1).

Tabela 1. Condições Sugeridas para uma rápida compostagem

Condições	Faixa Adequada	Faixa preferível
Relação Carbono: Nitrogênio (C/N)	20:1 - 40:1	25:1 – 30:1
Umidade	40 - 65%*	50 – 60%
Concentração de oxigênio	Maior que 5%	Muito maior que 5%
Tamanho da partícula (cm)	0,3 - 1,5 (1/8 – 1/2 polegadas)	Vários*
pH	5,5 - 9,0	6,5 – 8,0
Temperatura (°C)	43,5 – 65,5 (110 – 150 °F)	54,5 – 60,0 (130 – 140 °F)

Fonte: Rynk, 1992 Adaptado pela autora

Segundo AQUINO; OLIVEIRA E LOUREIRO (2005), as transformações metabólicas dos resíduos orgânicos ocorrem em função das condições ideais de umidade e aeração, além da atividade dos microrganismos como actinomicetos, algas, bactérias, fungos e protozoários, em conjunto com atuação das larvas, dos insetos etc., que encontram sua fonte de matéria e energia na matéria orgânica in natura. Assim, pela digestão da matéria orgânica esses

microrganismos liberam nutrientes como cálcio, fósforo, magnésio, nitrogênio e potássio, que se transformam em nutrientes minerais. Esses elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas em um processo conhecido como mineralização.

Os parâmetros umidade e tamanho das partículas possuem interrelação ao influenciarem na disponibilidade de oxigênio para os microrganismos decompositores. A umidade é fator essencial para o processo uma vez que deve haver presença de água para a formação de novas células microbianas. PEREIRA NETO (2007) define a umidade ideal para o processo de compostagem em torno de 60%. Excesso de umidade fará com que a água do meio preencha os espaços vazios ocupados por ar, sendo um fator limitante para a atividade dos microrganismos.

O tamanho das partículas também tem influência na disponibilidade de oxigênio: quanto maior o tamanho das partículas maior a disponibilidade de oxigênio no interior da pilha ou leira. O contrário pode provocar a compactação e conseqüente diminuição na disponibilidade de oxigênio. Além disso, o tamanho das partículas também pode conduzir a velocidade do processo de compostagem, pois partículas menores resultam em tempo de compostagem menor pela maior superfície de contato a ser degradada (CARVALHO *et al* 2013).

O carbono e o nitrogênio são fontes essenciais para os microrganismos degradarem a MO, portanto, é fundamental misturar materiais ricos em carbono com materiais ricos em nitrogênio, e a proporção entre esses elementos é chamada de relação C/N, que em um processo de compostagem deve iniciar em torno de 30/1 (PEREIRA NETO, 2007; MATOS, 2014).

De acordo com Kiehl (1985), os microrganismos absorvem os elementos em uma proporção de 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio. Das 30 partes de carbono, 10 são incorporadas à constituição celular e 20 são eliminadas como gás carbônico. O carbono atua como fonte de energia enquanto o nitrogênio é responsável pela síntese de proteína. Se a relação C/N estiver baixa, pode ocorrer perda nitrogênio pela volatilização da amônia, e o contrário, ou seja, quando há carbono em excesso, poderá interferir no processo biológico de síntese de proteína pela falta de nitrogênio, o que resulta em um processo de degradação da MO mais lento (PROSAB, 1999).

2.5. Composto Orgânico

Com o declínio da quantidade de matéria orgânica compostável em decorrência do tempo e o fato dos materiais digeríveis estarem completamente degradados, o processo de compostagem, que no total dura cerca de 90 a 120 dias, encaminha-se à fase de maturação e resfriamento. De acordo com Oliveira; SARTORI E GARCEZ (2008), para que todo ciclo esteja completo são necessários aproximadamente de 90 a 120 dias após mistura dos materiais orgânicos (dependendo da relação Carbono/Nitrogênio do resíduo), tendo como resultado um composto escuro com textura turfa, utilizado como condicionador de propriedades físicas e biológicas do solo, assim como, um composto fertilizante que fornece os nutrientes essenciais para o suprimento das plantas.

A Instrução Normativa (IN) nº 61, de 8 de julho de 2020 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura está Instrução Normativa deve ser utilizada para a concessão de registros de fertilizantes orgânicos e biofertilizantes, sobretudo para quem comercialize este tipo de produto, que deve ser certificado pelo MAPA.

De acordo com a IN, os fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos e organominerais serão classificados em Classe A e Classe B, que se diferenciam basicamente pela ausência de despejos ou contaminantes sanitários (Classe A) ou pela presença destes em qualquer quantidade (Classe B). Compostos orgânicos provenientes da degradação controlada de resíduos de frutas são classificados como Classe A e são produtos de utilização segura na agricultura (MAPA, 2020).

Ainda sobre a IN nº 61/2020, esta define os teores mínimos de nutrientes e outras garantias e exigências para os fertilizantes orgânicos mistos e compostos para aplicação no solo, como o grau máximo de umidade, teor de nitrogênio total, carbono orgânico e relação C/N máxima, como mostra a Tabela 2.

Para os parâmetros de capacidade de troca catiônica (CTC), pH, relação CTC/C, e demais nutrientes, é necessário apenas informar os valores obtidos.

Tabela 2-Teores mínimos e máximos exigidos para os fertilizantes orgânicos mistos e compostos sólidos.

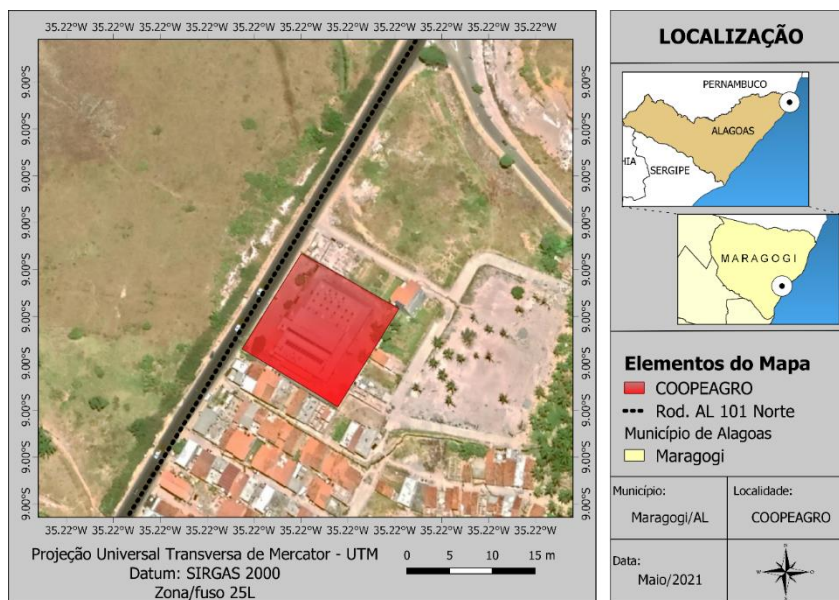
GARANTIA	FERTLIZANT ORGÂNICO MISTO/COMPOSTO
Umidade (máx.)	50%
N total (mín.)	0,50%
Carbono orgânico (mín.)	15%
Relação C/N (máx.)	20

Fonte: Especificações de fertilizantes orgânicos compostos da Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Instrução, 2020) Adaptado pela autora

2.6 Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados

A COOPEAGRO (Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados) é uma agroindústria localizada no município de Maragogi/AL, que desenvolve junto aos agricultores locais o processo de beneficiamento de frutas para fabricação de polpas. Com o objetivo de criar melhores condições para a produção e comercialização de cultivos do campo, a COOPEAGRO surgiu em 2001 apenas como um projeto, com o auxílio da Associação das Irmãs Filhas do Sagrado Coração de Jesus, que via o potencial agrícola na zona rural de Maragogi, faltava apenas condições técnicas e apoio financeiro para melhorar a produção agrícola. Em 2003, o projeto passou a ser uma entidade de natureza jurídica como cooperativa e se tornou a COOPEAGRO, que atualmente conta com 135 sócios.

Figura 5. Mapa de localização da COOPEAGRO no município de Maragogi/AL.



Fonte autora 2022.

Maragogi é o município de Alagoas que mais possui assentamento de reforma agrária do estado, totalizando 18, segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2017). Ainda segundo o Instituto, os lotes distribuídos para os trabalhadores rurais são conjuntos de unidades agrícolas e seus beneficiários comprometem-se a morar e explorar a terra para garantir o seu sustento, utilizando exclusivamente a mão de obra familiar. Portanto, devido ao expressivo número de assentamentos, Maragogi apresenta uma grande produção de diferentes cultivos, sobretudo frutíferas, no qual muitos cooperados destinam sua produção para a COOPEAGRO para que haja o processamento da fruta para produção de polpas.

Os agricultores produzem diferentes cultivos em seus lotes, destacando-se frutas como acerola, graviola, cajá, maracujá, goiaba, entre outras, que são destinadas para o beneficiamento e consequente comercialização dos produtos.

A quantidade de frutas e pastas de fruta processada no primeiro semestre de 2021 totalizou 128.182 toneladas, das quais tiveram destaque, em quantidade, frutas como o maracujá, cajá, graviola, abacaxi, acerola e goiaba, respectivamente. De todas as frutas recebidas pela cooperativa, o maracujá é a que gera mais resíduo, aproximadamente 2/3 de toda a produção vira subproduto.

Entre o período de 01 de janeiro a 17 de junho de 2021 a COOPEAGRO recebeu cerca de 128.182 toneladas de matéria-prima para a produção de polpas. Dentre as matérias-primas estão 9 frutas *in natura* e 9 pastas de fruta, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Frutas in natura e pastas recebidas pela COOPEAGRO no primeiro semestre de 2021

FRUTAS IN NATURA	QUANTIDADE RECEBIDA (T)	PASTA DE FRUTA	QUANTIDADE RECEBIDA (T)
Maracujá	38.035	Graviola	17.984
Cajá	28.606	Caju	10.500
Graviola	10.724	Manga	6.270
Abacaxi	2.526	Cajá	6.000
Acerola	1.737	Açaí	1.500
Goiaba	553	Maracujá	987
Açaí	291	Seriguela	950
Pitanga	125	Umbu-cajá	760
Caju	64	Cupuaçu	570
TOTAL	82.661	TOTAL	45.521
TOTAL 128.182 toneladas			

Fonte: COOPEAGRO, 2021.

Na Tabela 4 foi demonstrado as frutas *in natura* com maior produção, o resíduo gerado pela COOPEAGRO, tendo em vista que a maior quantidade de resíduo obtido é gerada do processamento de toda a fruta.

Tabela 4 - Frutas in natura processadas e resíduos gerados no primeiro semestre de 2021 pela COOPEAGRO

FRUTAS	Processada (T)	Resíduo (%)	Resíduo (T)
Maracujá	38.035	67	25.357
Cajá	28.606	50	14.303
Graviola	10.724	30	3.217,2
Abacaxi	2.526	30	758
Acerola	1.737	20	347
Goiaba	553	15	82,9
TOTAL	82.181		44.065

Fonte: COOPEAGRO, 2021

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas (PERS) prevê que os grandes geradores de resíduos, aqueles que geram volumes significativos, sejam tarifados pelo poder público municipal para contribuir com a sustentação econômica do sistema de gerenciamento de resíduos, o que diminui o custo da coleta e reduz o valor para destinação dos resíduos aos aterros sanitários (ALAGOAS, 2015).

A coleta dos resíduos gerados na COOPEAGRO fica a cargo do poder público de Maragogi, realizada diariamente. Não há cobrança de taxa para grandes geradores regulamentada no município, portanto no momento, a COOPEAGRO não é taxada para ter a destinação ambientalmente adequada de seus resíduos gerados durante o processo de fabricação das polpas de frutas. Todo o resíduo gerado é coletado por caminhão compactador, que segue para a estação de transbordo e então para o aterro sanitário mais próximo da cidade Maragogi, localizado em Rio Formoso-PE, distante cerca de 45 km. O descarte de resíduos em aterros sanitários em desatenção à ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos segundo a PNRS faz aumentar a demanda por espaço nos aterros sanitários.

Os resíduos gerados na COOPEAGRO são facilmente compostáveis por possuírem boas quantidades de água e de carboidratos de fácil degradação. De forma geral, os resíduos de alimentos são classificados como resíduos de fácil digestibilidade (CARVALHO *et al*, 2013).

2.7. Extensão Rural

A extensão rural é um ofício de grande valor e fundamental no processo de desenvolvimento rural e da atividade agropecuária. É entendida como o ato de “levar e transmitir” conhecimentos sobre determinada área as pessoas do meio rural, afim de contribuir com seus saberes obtidos durante a vida, papel importante no processo de desenvolvimento principalmente de pequenos produtores (PEIXOTO, 2008)

Uma ação extensionista supera os limites de difusão do conhecimento técnico de produção e permite que o atuante trabalhe como organizador, planejador entre outros, com o objetivo de passar os conhecimentos sobre o desenvolvimento rural (LUNARDI; BAO, 2006).

Hoje em dia, a extensão rural e suas técnicas estão principalmente ligadas à educação não formal. Almeida (2014), em seu aporte teórico de reflexão sobre o papel das ciências nos espaços não formal, informal e formal de educação, ressaltou que a Educação não formal inclui uma metodologia, sendo importante que o ensino aprendizagem aconteça através de experiências concretas, para que os alunos se tornem pessoas com visão crítica, que atendam a realidade atual do mundo.

É comum encontrar a definição de extensão rural como processo educativo. Alguns autores ainda especificam que este processo envolve uma educação informal, a qual não apresenta um sistema sequencial com avaliações, obrigatoriedade de presença, currículo escolar, dentre outros (BALEM, 2015). É, então, um processo em que se relacionam formas de aprender e ensinar através de diferentes métodos e metodologias envolvendo agricultores e extensionistas (BALEM, 2015).

A prática da extensão proporciona uma formação diferenciada aos estudantes envolvidos através diálogo com pessoas do campo e a vivência de experiências que apoiam na formação universitária fazendo com que alunos e agricultores sejam tratados como agentes de transformação social e criando a relação entre a universidade e a comunidade (DA SILVA et al., 2017).

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Obter compostos orgânicos utilizando resíduos de uma agroindústria de polpa de frutas, por meio da técnica de compostagem, para produção de mudas de alface.

3.2. ESPECÍFICOS

- Obter compostos orgânicos a partir de resíduos da agroindústria de polpa de frutas
- Caracterizar os compostos quanto aos seus teores de nutrientes;
- Avaliar a qualidade dos compostos orgânicos por cromatografia de papel;
- Avaliar desenvolvimento de mudas de alface cultivado nos compostos orgânicos utilizados como substrato;
- Capacitar estudantes do curso de agroecologia do IFAL Campus Maragogi quanto à produção de compostos orgânicos;
- Distribuir o composto produzido para agricultores e agricultoras;
- Elaborar material informativo para agricultores e público em geral;
- Patentear os compostos orgânicos para uso como substrato.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de compostagem foi realizado entre os meses de dezembro de 2021 a abril de 2022, na Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados, COOPEAGRO, na cidade de Maragogi, AL. Pela classificação climática de Köppen-Geiger, a região possui clima tropical chuvoso com temperatura média atual de 26 °C, teor de umidade de 80% e pluviometria média anual de 1.800 mm, com os maiores índices pluviométricos concentrados nos meses de abril a julho.

Para o estabelecimento das pilhas de composto, foram selecionados resíduos orgânicos das frutas mais expressivas quanto à produtividade e conseqüentemente maior produção de resíduos da cooperativa: abacaxi, acerola, goiaba, graviola e maracujá.

Os resíduos gerados refletem as etapas do processo de fabricação das polpas ao qual é submetido cada fruta: o resíduo do abacaxi é constituído por cascas resultantes do descascamento manual e por fibras, decorrentes da fase de despulpamento mecânico; no caso da graviola e maracujá, o resíduo também contém sementes; os resíduos do processamento da acerola e da goiaba são constituídos apenas por fibras e sementes.

As amostras para análise laboratorial e montagem das pilhas foram retiradas homogeneamente, de forma a abranger as diferentes composições dos resíduos das frutas gerados nas diferentes etapas de processamento.

De cada resíduo, amostras compostas foram montadas a partir de dez amostras simples, as quais foram misturadas e analisadas em triplicata nos laboratórios da empresa

Central Analítica Ltda., localizada em Maceió/AL. As determinações e respectivos métodos analíticos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Ensaios laboratoriais realizados nos resíduos de abacaxi, acerola, goiaba, graviola e maracujá. para a fabricação de polpas nos meses de dezembro de 2019, abril 2020 e maio 2020.

DETERMINAÇÃO	MÉTODO ANALÍTICO
Teor de N	Digestão sulfúrica
P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn e Cu	Digestão Nítrico-Perclórico
Umidade	Secagem com circulação de ar forçada
Matéria orgânica total (M.O.T.)	Perda por Ignição
Matéria orgânica compostável (M.O.C.)	Titrimetria
pH	Suspensão em água

Fontes: KIEHL, 1985. SILVA, 1999; CALDAS, 2011.

4.1. Análises químicas dos Resíduos de Frutas

Os resíduos avaliados foram submetidos a análises química para determinação de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, ferro, zinco, manganês, cobre, umidade, matéria orgânica total (M.O.T.) e matéria orgânica compostável. (M.O.C.), segundo métodos apresentados na tabela 5, onde foram realizadas na Central Analítica do IFAL, localizada em Maceió/AL. A amostra para análise química dos resíduos foi obtida após retirada de 10 amostras simples de cada resíduo as análises químicas foi realizada em uma amostra compostas de cada resíduo, obtida após a mistura de 10 amostras simples retiradas na pilha, e analisada em triplicata.

Tabela 6 – Ensaios laboratoriais realizados nos resíduos das frutas abacaxi, acerola, goiaba, graviola e maracujá. para a fabricação de polpas nos meses de dezembro de 2019, abril 2020 e maio 2020

ENSAIO	METODOLOGIA
Teor de N	Digestão sulfúrica
P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn e Cu	Digestão Nítrico-Perclórico
Umidade	Secagem com circulação de ar forçada
M.O.T.	Perda por Ignição ou Perda ao Rubro ou Perda por Combustão
M.O.C.	Titrimetria
PH	Suspensão em água

Fontes: KIEHL, 1985. SILVA, 1999; CALDAS, 2011;

A composição de cada material utilizado na formulação dos compostos orgânicos encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Teores de nutrientes e relação C/N dos resíduos das frutas processados nos meses de dezembro de 2019, abril 2020 e maio 2020, na Cooperativa dos Pequenos Agricultores Organizados, COOPEAGRO. Maragogi, AL.

PARÂMETRO AVALIADO	RESÍDUO DE FRUTAS				
PARÂMETRO AVALIADO	Abacaxi	Graviola	Maracujá	Acerola	Goiaba
C orgânico (%)	4,12	5,51	7,01	6,33	9,87
N total (%)	0,11	0,25	0,12	0,25	0,34
Relação C/N	37,45	22,04	58,42	25,32	29,03
P (g/dm ³)	0,27	0,18	0,48	1,12	1,42
K (g/dm ³)	6,82	0,33	1,85	1,29	5,21
Ca (g/dm ³)	0,31	0,44	4,10	1,13	4,41
Mg (g/dm ³)	0,24	0,38	3,13	1,39	2,77
Na (g/dm ³)	0,68	0,08	4,16	0,98	7,77
Zn (mg/dm ³)	18,06	1,54	3,79	0,10	0,70
Cu (mg/dm ³)	9,85	0,55	0,54	0,80	5,90
Mn (mg/dm ³)	43,92	0,90	0,33	0,20	2,3
Fe (mg/dm ³)	34,77	6,03	8,64	2,00	27,00

Fonte: Autora 2022

O volume total da pilha foi estabelecido previamente, de acordo com a quantidade disponível dos resíduos, com as combinações e volumes determinados na Tabela 8.

Tabela 8 - Compostos orgânicos formulados a partir da combinação de resíduos da agroindústria de polpa de frutas

COMBINAÇÕES	VOLUME DA PILHA (L)
C1: Maracujá + graviola	2.000
C2: Maracujá + goiaba	1.000
C3: Maracujá + acerola	2.000

Fonte: Autora, 2022.

Uma vez que o resíduo de maracujá foi o que apresentou relação C/N maior que 30/1, ele foi utilizado em todas as composições estabelecidas (Tabela 6). O resíduo do abacaxi também apresentou relação C/N pouco maior que 30/1, no entanto, devido ao baixo volume

recebido pela COOPEAGRO, este não foi utilizado, tendo-se apenas realizado cálculos das possíveis combinações utilizando este resíduo.

Os resíduos foram pré-secos separadamente antes da mistura, conforme recomendado por Pereira Neto (2007), para manter a umidade em torno de 60%. Os resultados das análises laboratoriais mostraram que o teor médio de umidade dos resíduos de frutas era de cerca de 80%. A pré-secagem foi feita ao sol tendo-se colocado o material sobre a lona (Figura 6). A partir daí, os materiais foram misturados e enleirados em formato de cone, variando em altura de 1,0 a 1,5 m. Foi verificada a umidade logo após a mistura, para possível correção por irrigação ou secagem em pilha. De forma facilitar a determinação da densidade dos materiais, a montagem da pilha, foi feita com recipientes com volume de 97 L

Figura 6. Processo de pré-secagem de resíduo de maracujá sobre a lona, COOPEAGRO 2021.



Os cálculos para o estabelecimento das misturas enleiradas foram realizados conforme as equações 1,2,3, 4 e 5 abaixo:

a) Cálculos das proporções de resíduos (em massa seca)

Para o estabelecimento das misturas em função da relação C/N 30:1, utilizou-se a Equação 1 (GOMES *et al*, 2018):

:

$$\text{Proporção do RRC} = \frac{(C:N_{\text{mistura}} * N_{\text{RRN}}) - C_{\text{RRN}}}{C_{\text{RRC}} - (C:N_{\text{mistura}} * N_{\text{RRC}})} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

RRC = resíduo rico em carbono;

N_{RRN} = teor de nitrogênio do resíduo rico em nitrogênio (em %);

C_{RRN} = teor de carbono do resíduo rico em nitrogênio (em %);

C_{RRC} = teor de carbono do resíduo rico em carbono (em %);

N_{RRC} = teor de nitrogênio do resíduo rico em carbono (em %).

Assim, misturou-se uma parte de resíduo com baixa relação C/N (resíduo rico em nitrogênio) à proporção de resíduo com alta relação C/N (resíduo rico em carbono) calculada a partir da Equação 1. Por meio de uma regra de três simples e encontrou-se o valor percentual da mistura de cada resíduo em massa seca.

b) Determinação da densidade úmida

A densidade úmida dos resíduos foi estimada a partir da utilização de recipientes de volume conhecido (97 L), previamente pesado e o valor anotado. As pesagens foram feitas com a balança Weightech WT1000, de uso da COOPEAGRO. A seguinte equação foi utilizada para a determinação da densidade úmida dos materiais (GOMES *et al*, 2018):

:

$$D_U = \frac{m_{total} - m_{recipiente}}{V_{recipiente}} \quad (\text{em kg/m}^3) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde,

D_U = densidade úmida;

m_{total} = massa do recipiente + material;

$m_{recipiente}$ = massa do recipiente vazio;

$V_{recipiente}$ = volume do recipiente.

c) Determinação do teor de matéria seca.

Após a finalização do ensaio de densidade úmida, amostras simples foram coletadas para o estabelecimento de uma amostra composta de aproximadamente 500 ml, a qual foi colocada em um saco de papel previamente pesado (m_s). O saco de papel com material úmido também foi pesado (m_{mu}) e deixado exposto ao sol até que o material estivesse totalmente seco. Em seguida, o saco com o material já seco (m_{ms}), foi pesado e o valor anotado. As pesagens

foram feitas com uso de balança de bancada. A seguinte equação foi utilizada para a determinação do teor de matéria seca (GOMES *et al*, 2018):

:

$$MS = \frac{m_{ms} - m_s}{m_{mu} - m_s} \times 100 \quad (\text{em } \%) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde,

MS = teor de matéria seca;

m_{ms} = massa do saco + material seco;

m_s = massa do saco vazio;

m_{mu} = massa do saco + material úmido

d) **Determinação da densidade seca**

A densidade seca (D_S) foi calculada a partir da multiplicação da densidade úmida pelo teor de matéria seca, conforme a seguinte equação (GOMES *et al*, 2018):

:

$$D_S = D_U * (MS/100) \quad (\text{em } \text{kg}/\text{m}^3) \quad (\text{Equação 4})$$

Onde,

D_S = densidade seca;

D_U = densidade úmida;

MS = teor de matéria seca.

e) **Cálculos das proporções de resíduos em volume.**

Com o valor calculado da densidade seca, prosseguiu-se para o cálculo do volume a partir da seguinte equação:

$$V = \frac{MS}{D_S} \quad (\text{em } \%) \quad (\text{Equação 5})$$

Onde,

V = proporção em volume;

MS = teor de matéria seca;

D_s = densidade seca;

A partir de uma regra de três simples, foi possível se conhecer a proporção em volume que deve ser misturado para cada resíduo considerado.

4.2. Monitoramento da pilha

Por se tratar de um processo controlado de degradação da MO, temperatura, umidade e oxigenação foram monitorados para garantir a condução adequada da compostagem.

Amostras também foram coletadas ao longo do processamento dos compostos para monitoramento dos teores de nutrientes bem como, da relação C/N, pH e condutividade elétrica (Tabela 8). Para a coleta da amostra, foi feita a homogeneização de toda a pilha de composto, promovendo o revolvimento e espalhamento do material sobre a superfície da lona, a fim de retirar uma amostra representativa.

A Tabela 8 mostra as determinações feitas em laboratório de acordo com o tempo de montagem da pilha.

Tabela 9 - Determinações analíticas realizadas durante o processo de compostagem.

TEMPO DESDE O ENLEIRAMENTO (DIAS)	DETERMINAÇÕES
30, 60 e 90	C/N
120	C/N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn, pH e condutividade elétrica

Fonte: Autora 2021

A temperatura foi verificada por meio de termômetro digital modelo Salvterm 1200K (Figura 7) em média a cada três dias, com intervalos menores de medição nas 4 primeiras semanas do processo. A medição se deu em 5 diferentes pontos da pilha de composto, uma vez que a temperatura não é homogênea em toda a massa compostada (Carvalho *et al.*, 2013).

O revolvimento da pilha é imprescindível para o controle de temperaturas elevadas e prover oxigênio em seu interior. Para o presente experimento, onde a temperatura não atingiu valores muito elevados, o revolvimento da pilha foi feito apenas para aumentar a oxigenação

no interior da massa de composto, realizado semanalmente nas 4 primeiras semanas do processo e quinzenalmente após as 4 primeiras semanas.

Figura 7. Medição da temperatura com termômetro digital Salvterm 1200K, Coopeagro 2021.



Fonte: Autora 2022

Para a verificação da umidade, procedeu-se a coleta de uma amostra do interior da pilha de composto e ao apertá-la com a mão foi verificado se houve ou não escorrimento de líquido, como está representado na Figura 8. Quando constatada baixa umidade, foi realizado o regamento da pilha com água. Para os casos de umidade elevada, foi feito o espalhamento do material sobre a lona para secagem do líquido em excesso.

Figura 8. Teste para a verificação da umidade dos compostos



Fonte: Autora 2021

4.3. Finalização do processo de Compostagem

Os compostos foram considerados estabilizados quando apresentaram relação C/N entre os valores 8:1 e 12:1, conforme KIEHL (2010). Por sua vez, a Instrução Normativa nº 61 do MAPA (INSTRUÇÃO, 2020) estabelece que a umidade máxima do adubo orgânico ao final de seu processamento deve ser igual a 50% e a relação C/N máxima deve ser igual a 20. Assim, as verificações de umidade finais foram realizadas de maneira semelhante à realizada durante o monitoramento do processo, no entanto, os materiais foram secos em temperatura ambiente por 5 dias e passados em peneira de 2,0 mm (Figura 9).

Figura 9. Peneiramento do composto utilizando uma malha de 2,0 mm para ensacamento, Coopeagro 202



Fonte: Autora, 2022

Em seguida, os compostos obtidos foram acondicionados em embalagens plásticas (40x60x15 cm e 48x80x15 cm) e lacradas. De forma a se melhorar a imagem comercial dos compostos e melhor informar aos consumidores sobre seu conteúdo, desenvolveram-se logotipo e rótulo.

4.4. Avaliação dos compostos por cromatografia de papel dos compostos orgânicos

As análises de cromatografia de papel foram realizadas em janeiro de 2022, no Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizado em Campina Grande, PB, conforme metodologia descrita por Pinheiro (2011). Foram separadas amostras dos compostos C1 (Maracujá + acerola), C2 (Maracujá + Goiaba) e C3 (Maracujá + Graviola). Apesar da baixa disponibilidade de resíduos de abacaxi para o estabelecimento de leiras de volume maior para a realização dos testes como substrato, pequenas leiras foram estabelecidas com esse resíduo, as quais resultaram os tratamentos C4 (maracujá + graviola + abacaxi) e C5 (Maracujá e Abacaxi), de forma a viabilizar a análise de cromatografia também dessas formulações.







As amostras secas dos compostos foram moídas em moinho de gral mecânico (RM 200-Retsch) e passadas em peneira de 53 μ m de diâmetro. Após esse procedimento, extratos foram obtidos a partir de 0,5 g do composto e 50 ml de solução aquosa de NaOH a 1% em becker de vidro, agitados manualmente por seis vezes para o lado direito e seis vezes para o lado esquerdo, no início da extração, após 15 min e 1 h, em seguida, deixado de repouso por 6 h. Em paralelo ao tempo de repouso foi realizada perfuração do papel de filtro circular (125 mm de diâmetro) no meio e uma mecha cilíndrica (dobrada a partir de um papel de filtro de 15 x 15 mm) para formar um pavio, que foi inserido na perfuração. O papel de filtro circular foi colocado em uma placa de petri de vidro com 100 mm de diâmetro, de forma a repousar em suas bordas e o pavio manipulado para tocar o fundo da placa de petri.

O papel de filtro assim organizado foi embebido duas vezes: (i) no escuro, em 10 ml de solução aquosa de AgNO a 0,5% em placa de Preti até formar uma circunferência com raio de 4 cm, e, após a secagem do papel de filtro no escuro, (ii) sob luz artificial, com 10 ml do sobrenadante coletado após a extração do composto, colocando o líquido de embebição no fundo da placa de Preti. Após a segunda embebição, o papel de filtro foi deixado à luz por 12 h para secar e deixar as formas e cores se desenvolverem completamente.

De cada amostra dos compostos foram preparados 3 padrões (papéis de filtro). Os padrões foram digitalizados (resolução 3440 × 3440 pixels) em cores; os padrões de papel PCC foram armazenados no escuro.

Para interpretação do material estudado, utilizou-se como guia e a escala de notas de Pinheiro (2011), (Figura 10). Segundo esse autor, para determinar a qualidade de cada zona, é preciso observar as cores do material depositado ao final da análise em cada uma das três zonas, além da densidade de “rajadas” e dentes que aparecem em suas respectivas regiões (Figura11). Para a confirmação dos resultados, verificou se existiam diferenças em cada uma das três zonas dos cromatogramas testado.

Figura 10. Escalas de notas para qualificação dos cromatogramas avaliados

NOTAS	CROMATOGRAMA DE REFERÊNCIA DE EXCELENTE QUALIDADE DO SOLO	CROMATOGRAMA DE REFERÊNCIA DE BAIXA QUALIDADE DO SOLO
1		
2		
3		
4		
5		
Padrão de Cores		

Fonte: Rivera e Pinheiro (2011)

Figura 11. Representação das partes (zonas) que compõem um cromatograma.



Fonte: Riviera (2011)

4.5. Desenvolvimento inicial das Mudras de Alface

Optou-se por utilizar a variedade crespa “Itapuã Super” em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições figura 12:

- T1 = composto comercial
- T2 = composto C1 (Maracujá + acerola)
- T3 = composto C2 (Maracujá + Goiaba)
- T4 = composto C3 (Maracujá + Graviola)

Para representar as 16 unidades experimentais, foram utilizadas 8 bandejas de 128 células, divididas ao meio (Figura 13).

Figura 12. Experimento com mudras de alface dispostos nas bandejas de polipropileno, setor produtivo do curso de agroecologia. Campus Ifal Maragogi 2022.

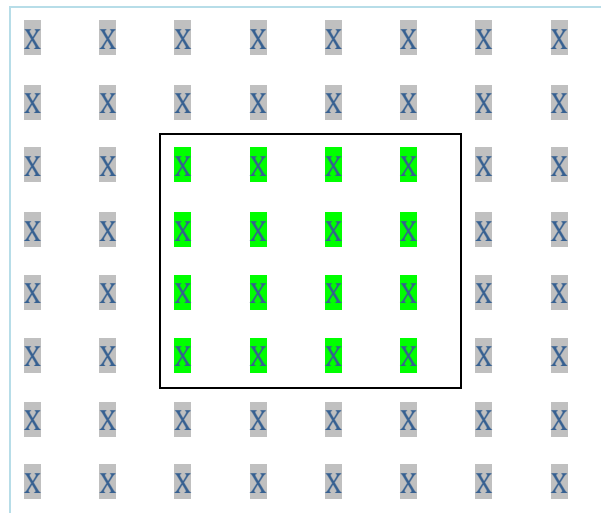


Fonte Autores, 2022.

Dado início ao processo de semeadura, a irrigação foi realizada a partir da emergência das plantas com uso de becker com volume de acordo com a necessidade hídrica diária da planta. Aos 20 dias, coletaram-se amostras de cada tratamento para determinação do tamanho

da planta, matéria fresca da parte aérea e raiz, aspecto do torrão. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey.(Figura 14)

Figura 13. Croqui da área experimental para avaliar o desenvolvimento de alface em compostos orgânicos, tendo com área útil as células de cor verde.



Fonte: Autora 2022.

Figura 14. Aspecto de torrões das mudas de alface dos tratamentos: composto comercial (T1), maracujá e acerola (T2), maracujá e goiaba (T3) e maracujá e graviola (T4).



Fonte: Autora 2022.

4.6. Minicursos sobre Compostagem de resíduos.

Nos dias 22 e 23 de fevereiro de 2022 foram realizados minicursos no Campus Maragogi/ IFAL, com alunos dos cursos Técnico em Agroecologia e ou Técnico em Hospedagem, do IFAL, Campus Maragogi. Nesses minicursos foram apresentados os resultados da pesquisa e foram mostrados aos participantes alguns dos tipos de resíduos de frutas para realização da compostagem. Ao final foram distribuídos folders com informações referentes a como realizar uma compostagem 100% vegetal. Esse folder se encontra no anexo deste trabalho.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos resíduos utilizados na compostagem

Os dados na Tabela 9 representam os resíduos selecionados e que foram analisados quimicamente em laboratório, podemos observar nos resultados que os resíduos do abacaxi tiveram os maiores valores dos micronutrientes, zinco (Zn) 18,06, manganês (Mn) 43,92 e ferro (Fe) 34,77. Em relação ao o resíduo de goiaba apresentou o maior valor de potássio (P) 1,42 e o resíduo de maracujá expressou o maior valor em fosforo (k) 1,85. Os teores obtidos foram relacionados com os valores mínimos recomendado pelo MAPA (2020).

Tabela 10 -Teores de Nutrientes presentes nos resíduos das frutas processados na Coopeagro 2021.

PARÂMETRO AVALIADO	RESÍDUO DE FRUTAS				
	Abacaxi	Graviola	Maracujá	Acerola	Goiaba
P (g/dm³)	0,27	0,18	0,48	1,12	1,42
K (g/dm³)	6,82	0,33	1,85	1,29	5,21
Ca (g/dm³)	0,31	0,44	4,1	1,13	4,41
Mg (g/dm³)	0,24	0,38	3,13	1,39	2,77
Na (g/dm³)	0,68	0,08	4,16	0,98	7,77
Zn (mg/dm³)	18,06	1,54	3,79	0,1	0,7
Cu (mg/dm³)	9,85	0,55	0,54	0,8	5,9
Mn (mg/dm³)	43,92	0,9	0,33	0,2	2,3
Fe (mg/dm³)	34,77	6,03	8,64	2	27

Fonte: Autora 2022

5.2. Relação C/N dos resíduos de frutas

Esta relação é muito importante dentro do processo de compostagem, pois resíduos com uma alta relação C/N se decompõem mais lentamente diferente de quando a relação C/N for

menor. KIEHL (2004) determina uma relação inicial ótima de 30/1 para a compostagem, superior a isso o crescimento dos microrganismos é desacelerado pela falta de nitrogênio consequentemente uma decomposição mais lenta, porém o excesso de N aumenta o processo de degradação da matéria e cria áreas anaeróbias. Na Tabela 10 observamos a relação C/N dos resíduos que foram utilizados na compostagem.

Tabela 11 - Valores de carbono Orgânico, nitrogênio total e relação C/N dos resíduos para a compostagem

RESÍDUO	CARBONO ORGÂNICO (%)	NITROGÊNIO TOTAL (%)	RELAÇÃO C/N
Abacaxi	4,12	0,11	37,45
Graviola	5,51	0,25	22,04
Maracujá	7,01	0,12	58,42
Acerola	6,33	0,25	25,32
Goiaba	9,87	0,34	29,03

Fonte: Autora 2022

O resíduo de maracujá apresentou relação C/N mais elevada que os demais resíduos, enquanto o resíduo de graviola apresentou a mais baixa o que é demonstrado na (Tabela 10). O abacaxi e o maracujá podem ser considerados como materiais base para possíveis combinações com outros resíduos com relação C/N < 30.

A relação C/N é um índice utilizado para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de C para fonte de energia, quanto de N para síntese de proteínas (SHARMA *et al.*, 1997). Desta forma, a relação C/N deve ser determinada no material a ser compostado, para efeito de balanço de nutrientes, e também no produto final, para efeito de qualidade do composto (MORREL *et al.*, 1985).

5.2.1 Densidade úmida, Teor de Matéria Seca e Densidade Seca

Além dos ensaios laboratoriais cujos resultados das análises guiaram o dimensionamento da pilha de composto, também foram feitos os ensaios de densidade úmida e teor de matérias seca, realizados na COOPEAGRO, para complementar as informações de mensuração de

materiais a serem misturados em volume. Com os valores de densidade úmida e teor de matéria seca foi possível conhecer as proporções em volume de resíduo que foi misturado.

Os resíduos da goiaba e da graviola apresentaram a mais alta densidade úmida por apresentar elevado teor de líquido após o processo de descascamento e despolpamento. Em contrapartida, os resíduos do maracujá são constituídos apenas por cascas e sementes e possui mais espaços vazios (ar) em seu interior, resultando na menor densidade úmida dos resíduos das frutas analisados.

Os resultados pertinentes às determinações de densidade e teor de matéria seca são mostrados na Tabela 11. Com os valores de densidade úmida e teor de matéria seca conhecemos as proporções dos resíduos que devem ser misturados para formação das pilhas de composto.

Tabela 12 - Valores de densidade úmida, de matéria seca e densidade seca dos resíduos de frutas frescos.

RESÍDUO	(A)	(B)	(C) = A * (B / 100)
	DENSIDADE ÚMIDA (kg/m ³) ¹	TEOR DE MATÉRIA SECA (%) ²	DENSIDADE SECA (kg/m ³)
Abacaxi	657,7	11,6	76,29
Graviola	892,8	13	116,06
Maracujá	412,4	6,4	26,39
Acerola	756,7	25,9	195,98
Goiaba	922,7	34,7	320,18

Fonte: Autora 2022

5.3. Proporções dos materiais a serem misturados

A partir da equação 1, a qual fornece a proporção do resíduo com alta relação C/N em relação ao resíduo com baixa relação C/N tabela 10 e por meio de uma regra de três simples foram obtidas as proporções em massa seca e volume, valores que constam na Tabela 11.

Portanto com os valores obtidos na Tabela 12 temos a proporção ideal dos materiais que devem ser misturados.

Tabela 13 - Proporções em massa seca e volume dos resíduos a serem misturados para a formação das pilhas de composto

MISTURAS	PROPORÇÕES EM MASSA SECA (%)		MISTURAS	PROPORÇÕES EM VOLUME (%)	
	M1	M2		M1	M2
(M1 + M2)			(M1 + M2)		
Maracujá + graviola	36,9	63,1	Maracujá + graviola	72,1	27,9
Maracujá + acerola	25,5	74,5	Maracujá + acerola	71,9	28,1
Maracujá + goiaba	8,8	91,2	Maracujá + goiaba	54,1	45,9
Abacaxi + graviola	70,8	29,2	Abacaxi + graviola	78,7	21,3
Abacaxi + acerola	58,8	41,2	Abacaxi + acerola	78,6	21,4
Abacaxi + goiaba	28,7	71,3	Abacaxi + goiaba	62,8	37,2

Fonte: Autora,2022

Com os valores obtidos, foi definido o volume das pilhas que foram montadas, com os resíduos disponíveis para iniciar o processo de compostagem, onde utilizamos a tabela 13.

Tabela 14- Pilhas montadas para o processo de compostagem conforme o volume, M1: Mistura 1 e M2 – Mistura 2

COMBINAÇÕES (M1 + M2)	VOLUME DA PILHA (L)	VOLUME (L)	
		M1	M2
Maracujá + graviola (C1)	2.000	1.442	558
Maracujá + Goiaba (C2)	1.000	541	459
Maracujá + Acerola (C3)	2.000	1.438	562

Fonte: Autora 2022

5.4. Temperatura

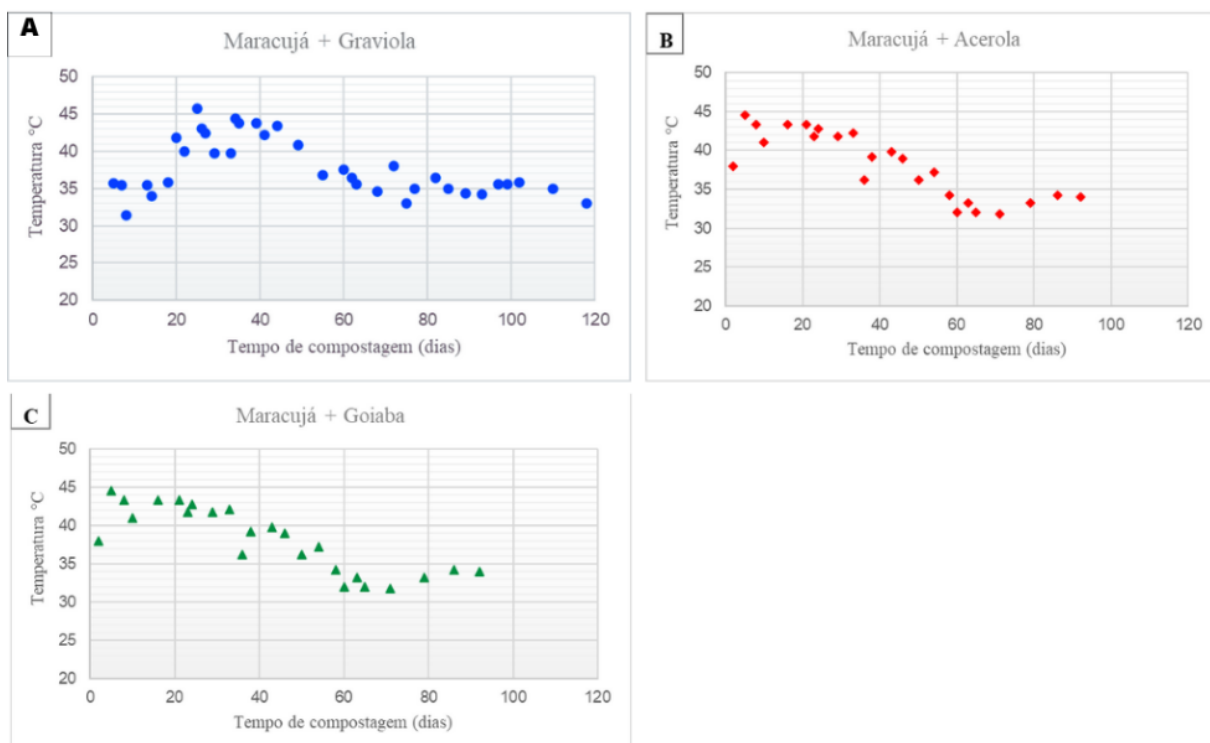
As temperaturas médias registradas durante o processo de compostagem são apresentadas na figura 15.

Para os três tratamentos a temperatura apresentou comportamento semelhante durante todo o período de compostagem onde nos 10 primeiros dias esses tratamentos obtiveram suas maiores temperaturas em torno de 45 °C denominado fase mesofílica. TIQUIA (2005) explica

que quando a temperatura ultrapassa os 45°C, ocorre uma maior atividade microbiana termofílica. Pereira *et al.* (2013) utilizaram no experimento uma mistura de cascas de bananas, esterco ovino e podas de jurema e marmeleiro, matérias primas com elevados teores de fibras a qual é confirmado por ROCHA *et al.* (2008), onde apresentou temperaturas semelhantes aos tratamentos obtiveram os picos de temperatura no intervalo dos 10 primeiros dias.

A análise dos gráficos de temperatura permitiu identificar as diferentes fases da compostagem, mesofílica, termofílica, fase de resfriamento e maturação, conforme descrito por BERNAL *et al.* (1998).

Figura 15. Evolução da temperatura das pilhas de resíduos em função do tempo de compostagem A. Maracujá +



Graviola, B: Maracujá + Acerola e C: Maracujá + Goiaba

Fonte: Autora 2022

De acordo com KIEHL (1985), a temperatura pode variar de acordo com vários fatores, como umidade, aeração e relação C/N. O controle de tais parâmetros permitiu que as

temperaturas atingissem máxima de 45 °C nas pilhas e possibilitou a identificação das fases termofílica e mesofílica.

Com o decréscimo do material orgânico compostável as temperaturas tiveram um declínio, iniciando a etapa de resfriamento, e neste ponto a temperatura se manteve próxima à temperatura ambiente, que ficou em torno de 27 °C. A última fase, de maturação, é relativa à formação do húmus, que segundo PEREIRA NETO (2007), é “o produto mais estável das transformações das substâncias orgânicas”.

Todos os tratamentos alcançaram sua estabilização de temperatura por volta dos 60 dias do processo de compostagem em que a temperatura se assemelha a temperatura ambiente. TIQUIA E TAM (2002) estudando a compostagem de cama de aviário, observaram que os compostos atingiram temperaturas ambiente aos 128 dias, período que o composto apresentou estabilidade.

A compostagem aeróbia pode ocorrer tanto em regiões de temperatura termofílica (45-85°C) como mesofílica (25-43°C). Ainda que o aumento da temperatura seja necessário e importante para a eliminação de microrganismos patogênicos, pesquisadores apontam que a atividade desses agentes sobre a matéria orgânica é maior quando a temperatura se eleva à 65°C, contudo, o aumento dessa temperatura limita as populações aptas, sucedendo um decréscimo da atividade microbiana. (FERNANDES; SILVA, 1999).

A temperatura é um fator de fácil monitoramento que indica o equilíbrio biológico, o qual se reflete na eficiência do processo. Se a mistura, em compostagem, apresentar temperatura da ordem de 40-60°C nos primeiros três dias é sinal de que o ecossistema se encontra bem equilibrado e que a compostagem será possivelmente bem-sucedida. Quando não, isto indica que alguns parâmetros físico-químicos, como pH, relação C/N, umidade, não estão sendo respeitados, de modo a limitar a atividade microbiana (FERNANDES; SILVA, 1999).

5.5 Umidade, revolvimento e Aeração

Pelas características dos materiais utilizados para a formação de pilhas, ou seja, por ser proveniente do processamento de frutas, os resíduos inicialmente apresentaram umidade superior ao recomendado para o processo de compostagem. A média de umidade recomendada pela literatura está em torno de 60%, enquanto que as análises laboratoriais indicaram umidade em torno de 80% nos resíduos frescos das frutas.

Portanto, mesmo procedendo com a pré-secagem dos materiais, foi importante lidar com a umidade inicial elevada da pilha, visto que a maior parte do tempo do processo de compostagem se deu entre os meses de abril a julho, meses com maiores índices pluviométricos para a região de Alagoas. Devido a isto, a pilha de materiais quase sempre permanecia coberta por lona no período noturno, sendo aberta e exposta à temperatura ambiente durante o dia, para evitar umidade excessiva causada por eventuais precipitações.

Quando verificada umidade superior a 60%, foi feito o espalhamento do material sobre a lona em exposição ao sol para que o processo de evaporação fosse facilitado. Em seguida novamente a pilha era montada com seu formato cônico. Ao transcorrer do tempo, a umidade tendeu a cair em decorrência da absorção da água presente no meio pelos microrganismos, que de fato pôde ser verificado. Níveis inferiores a 40% restringem a atividade microbológica de degradação da MO (PEREIRA NETO, 2007), e devem ser corrigidas por meio da irrigação da pilha.

Os principais objetivos de realizar o revolvimento da pilha são promover a aeração em seu interior, que consiste em aumentar a disponibilidade de oxigênio, essencial para os microrganismos decompositores e controlar a temperatura para que se evite valores acima de 65 °C.

Para o presente estudo, o revolvimento foi realizado apenas para introdução de oxigênio e descompactação da massa de composto, uma vez que não foi necessário proceder com o controle de temperaturas elevadas. A realização da aeração da mistura é fundamental no período inicial da compostagem, independente da tecnologia utilizada, visto que se trata da fase de degradação rápida, onde a atividade microbiana é mais intensa. Na próxima fase, que é a da maturação, a atividade microbiana é menos intensa e a demanda pela aeração é bem menor (FERNANDES; SILVA, 1999).

5.6. Resultados das análises químicas dos compostos orgânicos

Os resultados das análises de pH, condutividade elétrica, macronutrientes e micronutrientes do composto estão presentes na Tabela 14.

As características do adubo orgânico formado ao final do processo de compostagem provêm, sobretudo, dos materiais que lhes deram origem e sua qualidade está associada à concentração de nutrientes e à presença ou ausência de substâncias perigosas que possam vir a comprometer o solo. (INSTRUÇÃO, 2020).

Tabela 15 - Valores médios dos resultados das análises químicas dos compostos orgânicos: Maracujá e acerola, Maracujá e Goiaba e Maracujá e Graviola.

Parâmetros	TRATAMENTOS		
	<i>Maracujá e Acerola</i>	<i>Maracujá e Goiaba</i>	<i>Maracujá e Graviola</i>
Nitrogênio Total (%)	1,19	1,12	2,02
Fósforo - P ₂ O ₅ (%)	0,18	0,25	0,41
Potássio - K ₂ O (%)	0,48	0,21	0,79
Umidade 100oC (%)	17,5	20,3	25,4
pH	7,30	6,11	6,70
Cobre (mg/kg)	68,6	34,5	15,6
Ferro (mg/kg)	774	1.003	2.566
Manganês (mg/kg)	43,9	46,3	63,7
Zinco (mg/kg)	31,6	24,6	15,7
Cálcio (mg/kg)	1.735	416	2.312
Magnésio (mg/kg)	1.260	1.008	1.771
Carbono Orgânico (%)	38,7	40,5	24,9
Condutividade (us/cm)	690,0	234,2	3.883

Fonte: Autora 2022

O produto final da compostagem segundo BRUSCHI (2002) deve ter pH superior a 6,0 e a relação C/N na faixa de 10/1 a 15/1. Sendo assim, os valores obtidos por meio de análise laboratorial indicaram que todos os tratamentos estiveram dentro do exigido entre 7,30 e 6,70 e relação C/N igual a 12,41 e estão de acordo com o observado pelo autor.

LEAL *et al.* (2013) encontraram resultados semelhantes de pH, entre 6,5 e 7,5, ao testarem compostos de capim elefante mais torta de mamona. Em estudo realizado por LEAL *et al.* (2011) com a compostagem de capim elefante e crotalária, observaram que após 60 dias de incubação os tratamentos encontravam-se estabilizados e com valores de pH próximo a 7,8 o que segundo Negro *et al.* (1999) explica que no início do processo de degradação do

material se tem valores elevados de pH devido a transformação de N presente na forma de amônia, porém, com o tempo vai se transformando em nitrato reduzindo assim o valor de pH.

Devido ao fato de a compostagem ser um processo de decomposição aeróbia, o monitoramento e controle dos fatores físicos, físico-químicos e biológicos se fazem necessários para a obtenção de um composto que apresente qualidade suficiente para atuar como condicionador do solo ou até como fertilizante orgânico.

Avaliações realizadas do composto mostram que as características de qualidade são essencialmente herdadas dos resíduos que deram origem ao processo, mesmo sofrendo influência dos parâmetros como umidade, tamanho das partículas, concentração de N, pH e condutividade (SAVAGE, 1996; MERILLOT, 1996; OLIVEIRA, 2000; RODRIGUES, 2004).

A Condutividade Elétrica (CE) é uma medição indireta da quantidade de sais que estão presentes no material e fornece um parâmetro da estimativa da salinidade do substrato (CARNEIRO et al., 2011). Os valores de condutividade elétrica aumentaram ao longo do processo de compostagem, como consequência da ausência de perdas de nutrientes por meio de lixiviação e do efeito de concentração de nutrientes que ocorreu devido à perda de massa por CO₂. CAYELA *et al.* (2009) realizando a compostagem de resíduo animal com palha de trigo também encontraram aumento significativo da CE ao decorrer do processo.

O composto C1: Maracujá e Graviola, apresentou a CE mais alta dos demais compostos, possivelmente seja, devido a apresentar os maiores teores de Ca, Mg, e K que elevam a condutividade elétrica o que é observado na Tabela 14. E também pelo fato de ter utilizado na mistura uma maior quantidade de resíduo de Graviola que possui um alto teor de sódio.

Com o declínio da quantidade de matéria orgânica compostável em decorrência do tempo e o fato dos materiais digeríveis estarem completamente degradados, o processo de compostagem, que no total dura cerca de 90 a 120 dias, encaminha-se à fase de maturação e resfriamento.

FRANCOU *et al.* (2005), avaliando parâmetros de maturação em compostos produzidos a partir de combinações de lodo de esgoto e resíduos vegetais, também observaram valores de CE crescentes (0,61 a 3,6 dS m⁻¹) e explicaram que esse fato ocorre devido ao aumento da concentração de cátions devido a redução da massa do composto.

Ainda segundo os mesmos autores, persistindo a dúvida, faz-se necessário o uso de um teste de germinação, que poderá indicar se o substrato apresenta condições de fitotoxicidade. De acordo com a instrução normativa 25 de 23 de julho de 2009 os macronutrientes totais

primários (nitrogênio, fósforo e potássio) há uma especificação quanto os fertilizantes sólidos ou fluidos para aplicação nos solos e deverão apresentar forma e solubilidade dos nutrientes indicadas como percentual mássico.

Devem ser descritos os teores totais de N, P₂O₅ e K₂O para os fertilizantes orgânicos (MAPA, 2009). Para os teores de nitrogênio total (N), o melhor resultado foi obtido foi o composto de maracujá e graviola (2,02 %) seguido por Maracujá e Goiaba (1,12%) e Maracujá e acerola (1,12%) De acordo com a classificação de Kiehl (1985) para fertilizantes orgânicos os teores entre 1,5 a 3,0 % de nitrogênio são qualificados como médios onde todos os tratamentos estão dentro dos padrões.

Todos os tratamentos foram classificados com um teor médio para o nutriente fósforo (P₂O₅) sendo o tratamento com maracujá e graviola obteve a maior média 0,41%, seguido por maracujá e goiaba 0,25 % e Maracujá e acerola 0,18% segundo classificação de Kiehl (1985) considerados como dentro dos padrões (0,5 a 1,5 %). Primo et. al (2010) encontraram valores de P de 0,19 e 0,23 no composto final.

Para os teores de potássio (K₂O) o tratamento que obteve os maiores valores foi de Maracujá e Graviola 0,79 %, seguido pelo o composto de Maracujá e acerola 0,21 % e Maracujá e Goiaba 0,21 % estando de acordo com a classificação Kiehl (1985).

5.7. Finalização do processo de compostagem

Os três compostos C1, C2 e C3 foram batizados de Composfruta, uma combinação dos nomes de compostagem e resíduos de frutas, apresentando em um elemento estrutural, como folhas e verdes e azuis relacionados ao meio ambiente. O rótulo apresentado teve o intuito de trazer uma breve descrição do produto, instruções de uso e armazenamento. Para sua identidade visual foram utilizados elementos como algumas das frutas presentes no processo de compostagem. Figuras 16, 17 e 18.

Figura 16. - Logomarca criada para os compostos orgânicos produzidos na COOPEAGRO.



Figura 17. Rótulo criado para o composto orgânico produzido na COOPEAGRO.



Figura 18. Composto orgânico embalado produzido na COOPEAGRO.



Fonte: Autora, 2022

5.7. Resultados da Cromatografia de Pfeiffer

A Cromatografia de Pfeiffer é um holograma do solo em que permite visualizar a dinâmica da biologia edáfica e sua interação entre a física e a química do solo (PINHEIRO, 2015). A análise dos cinco tratamentos pelos cromatogramas avaliados possibilitou a apuração de que houve variações entre as unidades avaliadas como demonstrado na tabela 14.

Os padrões gerados pela cromatografia de Pfeiffer (CP) obtidos na presente atividade foram avaliadas as três zonas em forma de anel localizadas em torno da perfuração central: (i) a zona central (ZC), caracterizada por uma cor clara a claro cremoso, (ii) a zona interna (ZI) com ou sem integração com as zonas anterior e posterior, e, na periferia do padrão, a zona externa (ZE) diversificada e, em muitos casos, apenas deficientemente visível.

Tabela 16 - Médias das notas das zonas dos cromatogramas nos compostos orgânicos avaliados.

Tratamentos	Zona central	Zona interna	Zona externa	Harmonia	Radiais	Cor
C1	1,67a	1,67b	1,67a	1,67a	1,67c	1,67b
C2	3,33a	4,00a	3,33a	3,33a	4,00a	4,00a
C3	3,00a	3,67ab	3,67a	3,67a	3,67ab	3,67a
C4	3,33a	3,33ab	3,33a	3,33a	3,33abc	3,67a
C5	1,67a	2,00ab	1,67a	2,00a	2,00bc	2,33ab
CV (%)	35,31	26,41	31,33	29,16	21,56	22,28

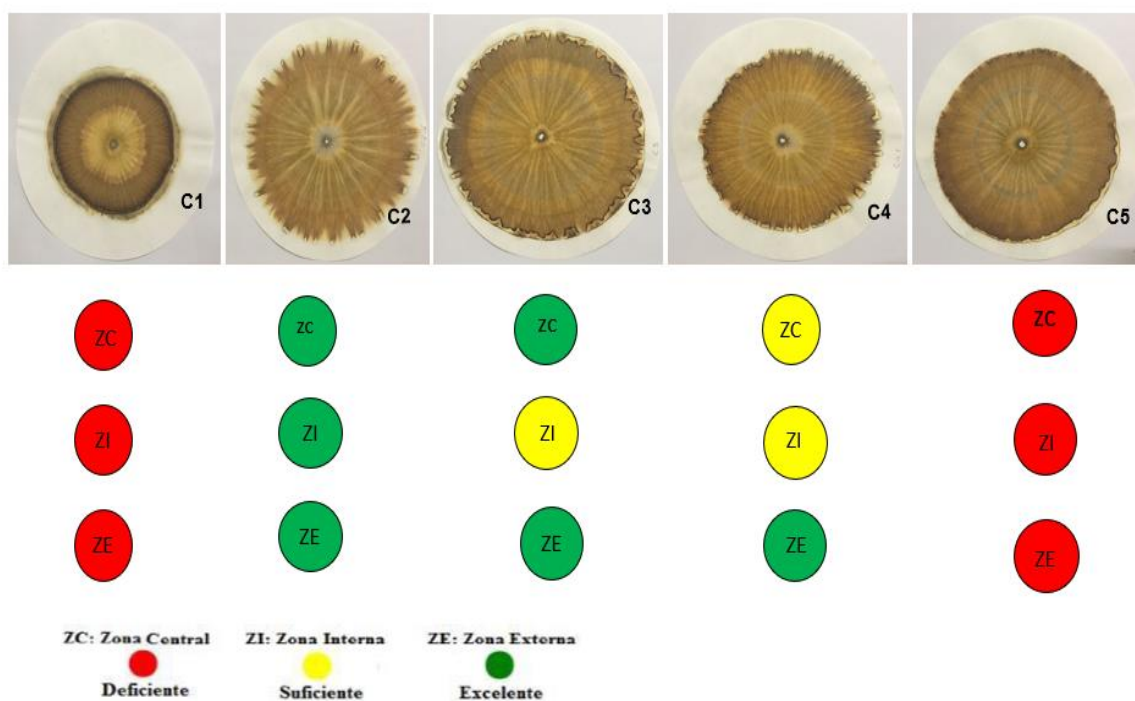
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% pelo teste de Tukey. Tratamentos :Maracujá e acerola (C1); Maracujá e Goiaba (C2); Maracujá e Graviola (C3); Maracujá, graviola e abacaxi (C4) e Maracujá e Abacaxi (C5).

Fonte: Autora, 2022.

Na figura 19 pode ser observado os cromas dos compostos orgânicos analisados, sendo possível constatar nos cromatogramas diferença visual entre os compostos avaliados. As diferenças visuais mais notáveis entre cada tratamento se deram principalmente na Zc, tanto em relação à cor, quanto ao tamanho da zona.

Para a facilitação da interpretação foi utilizado um sistema de cor baseado nas cores do semáforo, onde foram criadas categorias que traduzem, de forma pictórica, a interpretação dos cromatogramas: as categorias 1 e 2 correspondem ao vermelho (deficiente); a 3 ao amarelo (suficiente) e 4 e 5 ao verde (excelente) demonstrado na Figura 19 (ABAD, 2014).

Figura 19. Interpretação dos cromatogramas através das cores. Vermelho: Deficiente, amarelo: Satisfatório, Verde: Excelente, Tratamentos: Maracujá e acerola (C1); Maracujá e Goiaba (C2); Maracujá e Graviola (C3); Maracujá, graviola e abacaxi (C4) e Maracujá e Aba.



Fonte: Autora, 2022.

No Composto 1 e 5 foram observados uma maior dificuldade na diluição para realização da cromatografia, foi observado que a ZC (Zona Central) demonstra que ocorreu um mínimo de metabolismo microbiano aeróbico e máxima fermentação anaeróbica, sendo considerado de baixa qualidade. No parâmetro deficiente tendo a cor vermelha, indicando ausência de dentes e conseqüentemente baixa atividade enzimática, no qual Rivera e Pinheiro (2011) cita que é um aspecto não desejado, indicando possíveis problemas na atividade microbiana e/ou no metabolismo secundário do (C), (N) e (S) no composto analisado.

No composto 2 já podemos observar uma expansão da ZC além de uma diferença na sua coloração considerada ideal na literatura consultada a cor creme. A verificação visual do conjunto de padrões, dos diferentes compostos apresentam diferenças que dizem respeito ao tamanho e forma da (ZC), sendo que somente os Compostos 2 e composto 3 obteve a cor do

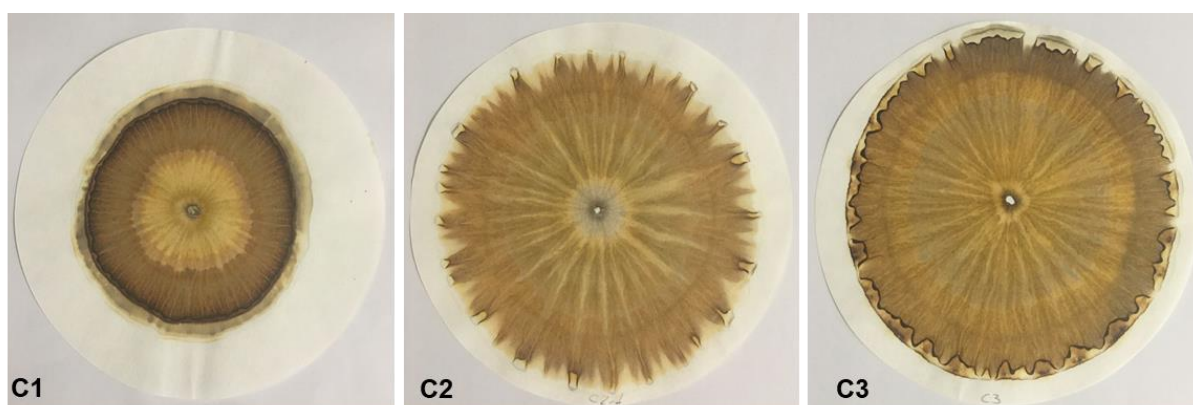
semáforo (verde) indicando excelentes condições de estrutura, ótima ciclagem dos nutrientes e integração com a próxima zona. O composto 4 obteve condições de cor (amarela), sendo suficiente, com tamanhos médios de (ZC) e boa coloração.

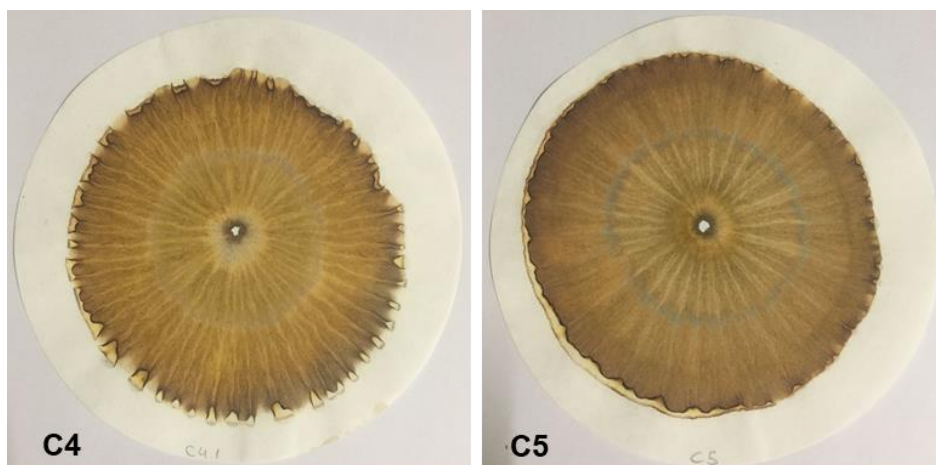
Na zona Intermediária (ZI), que aponta atividade mineral e matéria orgânica, o composto 2 apresentou-se no parâmetro excelente, obtendo a cor verde do semáforo e, conseqüentemente, havendo maior integração entre as (ZC) e (ZE), apontando a favorável condição de desenvolvimento e disponibilidade mineral e maior teor de matéria orgânica estabilizada. Os compostos 3 e 4 lograram o parâmetro suficiente com a cor amarela do semáforo, condição aceitável possuindo moderada integração com as demais Zonas e favorecendo, minimamente, a disponibilidade de minerais e a presença da matéria orgânica.

Na zona externa (ZE) os compostos 2, 3 e 4 obtiveram a coloração verde considerado parâmetro excelente, apontando boa formação dos dentes, indicando boa atividade proteica de enzimas e/ou vitaminas.

Os cromatogramas 3 e 4 apresentaram radiais diferenciados, mas com parâmetro suficiente, apontando boa integração entre as zonas avaliadas, as cores também apresentaram parâmetro suficiente sendo o desejável. De acordo com MIRANDA *et al.* (2017), quanto mais ocorrer interação entre as zonas no cromatograma, e quanto menos possamos distingui-las nitidamente, melhor é a qualidade do composto e sua harmonia funcional como observamos na Figura 20.

Figura 20. Ilustração cromatográfica dos compostos orgânicos derivados por Maracujá e acerola (C1); Maracujá e Goiaba (C2); Maracujá e Graviola (C3); Maracujá, graviola e abacaxi (C4) e Maracujá e Abacaxi (C5).

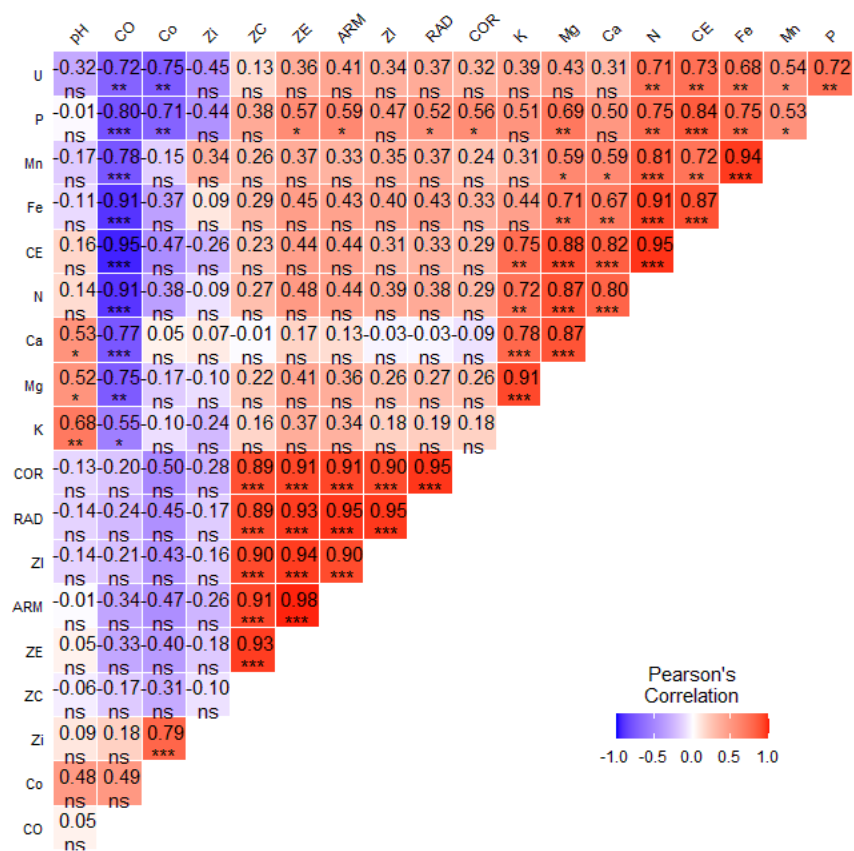




Fonte: Autores. 2022

Com base no resultado da análise de correlação de Pearson dos valores da cromatografia de papel com a composição química dos compostos avaliados (figura 19) pode se ser verificado correlação significativa entre as zonas da cromatografia de papel e, também, com os valores de fósforo dos compostos com a zona externa, harmonia, radiais e cor.

Figura 21. Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis cromatográficas e a composição química dos compostos avaliados Maracujá e acerola (C1); Maracujá e Goiaba (C2); Maracujá e Graviola (C3); Maracujá Maracujá, graviola e abacaxi (C4) e Maracujá e Abacaxi.



Fonte: Autora 2022

5.8 Avaliação das mudas de Alface

De acordo com as etapas concluídas no processo de compostagem, e por fim com o teste de germinação dos compostos, foi possível observar que os compostos produzidos estavam aptos a serem utilizados para a produção de mudas de alface. Foi realizado teste inicial e foi avaliada a germinação, tamanho de plantas e número de folhas aos 20 dias como demonstrado na Tabela 16.

Tabela 17- Germinação, tamanho de planta e número de folhas de plantas de alface.

Tratamentos	Germinação (dias)	Tamanho da planta (cm) aos 20 dias	Número de folhas aos 20 dias
Composto comercial	5	2,0	6
Maracujá e acerola	7	1,0	4
Maracujá e goiaba	5	2,0	5
Maracujá e graviola	6	1,0	1

Fonte: Autora 2022

Na Tabela 17, pode ser observado que o tratamento de composto com resíduos de maracujá e acerola, destacou-se dos demais apresentando maior média da parte aérea e sistema radicular.

Este resultado se assemelha aos achados por LIMA, (2014) onde também foi observado que tratamentos com composto orgânico de origem vegetal foi superior ao substrato comercial. GONÇALVES, (2014) avaliando o uso de composto orgânico, obtido a partir de resíduos agroindustriais, na produção de mudas de alface e couve o composto orgânico apresentou melhores resultados para as mudas de alface em relação à altura média das plantas. Corroborando com resultados obtidos por MEDEIROS et al. (2008), onde o composto orgânico resultou em maior comprimento da parte aérea de mudas de alface em comparação ao substrato comercial.

Tabela 18 - Peso úmido da parte aérea e raiz de plantas submetidas a diferentes compostos orgânicos após 20 dias de semeadura em bandeja. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Tratamentos	Peso úmido da parte aérea	Peso úmido de raiz
Composto comercial	0,4976 b	0,9025 b
Maracujá e acerola	3,1475 a	4,6225 a
Maracujá e goiaba	1,0500 b	1,0925 b
Maracujá e graviola	0,6675 b	0,7000 b
CV%	29,60	44,63

Fonte: Autora 2022

5.9. Resultados dos minicursos sobre compostagem

Com processo de finalização da compostagem foram realizados minicursos sobre compostagem vegetal no campus Ifal Maragogi com a turma de alunos do curso de Agroecologia e Hospedagem (Figura 20). Nos minicursos realizados cada aluno recebeu um folder “Compostagem proveniente de resíduo Proveniente da fabricação de Polpas de Frutas” (Figura 21).

Em seguida proferiu-se uma apresentação sobre as etapas da compostagem e logo após foi demonstrado como fabricar uma composteira caseira. Ao total foram 30 alunos estudantes do curso de agroecologia e ou hospedagem do Ifal – Campus Maragogi, com faixa etária entre 16 e 19 anos participantes do minicurso. Onde foi avaliado de forma positiva pelos participantes.

O emprego da aula prática como recurso metodológico é indicado por vários autores como KRASILCHIK (2000), AMORIM E LIMA (2007) E SOUZA (2007). Os resultados obtidos estão de acordo com a ideia de SOUZA (2007) que afirma que na aula prática o aluno pode motivar-se mais, visualizar o uso pragmático daquele conteúdo em sua vida cotidiana, facilitando dessa forma a aprendizagem significativa, pleonasma intencional.

No momento da distribuição do composto produzido foi realizada a apresentação das vantagens de utilizar o composto orgânico (Figura 23).

Nesse processo de difusão de conhecimento, Entende-se por TT (Transferência de tecnologia) o processo interativo entre múltiplos agentes – pesquisa, ensino, extensão, fomento, segmentos da agricultura e da sociedade públicos e/ou privados – com vistas ao intercâmbio e ao fluxo de conhecimentos entre eles, objetivando que os resultados da pesquisa e o desenvolvimento sejam introduzidos como novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo social, resultando em novos produtos, processos ou serviços, ou seja, inovação MENDES,(2015). O que acontece com a disseminação do processo de compostagem aos agricultores e alunos demonstrado na figura 24.

Pelos debates provocados, obtive ao final, problematizar a distância entre Extensionistas e Educadores/as do Campo, considerando que os últimos, partindo das escolas, devem construir processos de transformação da realidade rural, assim como os agentes de ATER em suas várias atribuições. “A busca da inclusão social da população rural brasileira mais pobre será elemento central de todas as ações orientadas pela Política Nacional de Ater” (BRASIL, 2004, p. 4).

Em relação à Educação Ambiental nas escolas, estende-se que seja um instrumento para qual se consegue ter um desenvolvimento sustentável mais efetivo. Proporciona a formação de uma sociedade consciente que passa a ter uma visão em que todas as suas atividades podem causar um impacto que afetará o destino do Planeta. Para Effting (2007, p. 23), “Dentro da escola deveremos encontrar meios efetivos para que cada aluno compreenda os fenômenos naturais, as ações humanas e sua consequência para consigo, para sua própria espécie, para os outros seres vivos e o ambiente.

Figura 22. Minicurso realizado com alunos do curso de agroecologia e ou Hospedagem – Ifal- Campus Maragogi.



Fonte: Autora,2022

Figura 23. Folder distribuídos para os alunos e Agricultores.



Fonte: Autora, 2022

Figura 24. Dialogo com agricultores da feira livre de Maragogi-AL.



Fonte: Autores, 2022

Figura 25 - Distribuição do composto, folder educativo e questionário de pesquisa de satisfação ao agricultor



Fonte: Autora,2022

**6. Produtos da pesquisa/ desenvolvimento de produto patenteável/
Criação de atividade de capacitação, em diferentes níveis**

Desenvolvimento de produto patenteável: A presente invenção trata-se da produção de compostos orgânicos para uso agrônomico à base do coproduto de resíduos agroindustriais de polpa de frutas de composição química orgânica. Com intenção de viabilizar o reaproveitamento de resíduos gerados a partir da fabricação da polpa de frutas de uma agroindústria por meio da compostagem atribuindo dessa forma um valor econômico e uma nova finalidade ao resíduo agroindustrial.

O produto está alinhado com a proposta do programa da linha de pesquisa Tecnologias e Inovações Ambientais, uma vez que seu objetivo é testar materiais, inovar na forma de produção e gerar tecnologia, mediante a utilização de uns subprodutos agroindustriais, visando o uso consciente dos recursos naturais.

O produto visa solucionar uma demanda ambiental em relação aos impactos ambientais acarretados dos resíduos da agroindústria produtora de polpa de frutas, a partir do beneficiamento de frutas *in natura*. A polpa de fruta congelada vem tendo destaque no país nos últimos anos devido às facilidades inerentes a este produto.

O objetivo principal do produto técnico/tecnológico é apresentar uma metodologia para a produção de compostos orgânicos para ser utilizado como adubo orgânico a base de resíduos agroindustriais da fabricação de polpas de frutas. Podendo ser replicado por agroindústrias do mesmo segmento, pelos geradores dos mesmos resíduos dando dessa forma destinação correta e com possibilidade de agregar valor a esse produto.

Criação de atividade de capacitação, em diferentes níveis: Esta pesquisa também poderá ser utilizada como ferramenta educativa, na conscientização de agricultores, e estudantes na redução de utilização de adubos e fertilizantes sintéticos e a substituição por adubos orgânicos, tendo como princípios a agroecologia.

E despertar o interesse de empresas na adoção da mesma metodologia na fabricação do produto, contribuindo para minimizar os impactos ambientais do descarte inadequado e redução de custos com a destinação adequada desses resíduos. A experiência de extensão foi sistematizada e foi escrito um artigo científico a ser publicado em revista com intuito de dar visibilidade a pesquisa aqui desenvolvida.

7. CONCLUSÃO

Nas condições em que este trabalho foi realizado, os resultados obtidos permitem concluir que:

Foram obtidos três compostos de boa qualidade devido possuírem boa relação C/N, Ph acima de 6 e boa disponibilidade de matéria orgânica tendo potencial para patente. Os resíduos compostados e a proporção deles no sistema resultaram em um processo eficiente e um composto de qualidade frente aos parâmetros monitorados.

O composto de maracujá e acerola apresentou melhores resultados para o cultivo de mudas de alface. O composto de Maracujá e graviola apresentou os melhores resultados como condicionador de solo.

A cromatografia do composto de maracujá e acerola demonstrou os melhores resultados.

8. REFERÊNCIAS

ABAD, F. J. S. **Evaluación cualitativa mediante cromatografía, de la fertilidad de cinco suelos con diferentes manejos orgánicos y convencionales.** 2014. 175 f. TCC (Graduação) - Curso de Carrera de Ingeniería Agronómica, Ciencia Agropecuária, Universidad de Cuenca, Equador, 2014.

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

ABRAFRUTAS – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados. **Abrafrutas.** Disponível <<https://abrafrutas.org/2019/03/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo-diz-abrafrutas/>>. Acesso em maio de 2022.

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. **Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 12, n. 4, p. 257-265, out./dez. 2009. DOI: 10.4260/BJFT2009800900020.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas.** Maceió, 2015. Disponível em: <http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/191_ext_arquivo.pdf>. Acesso em 05 junho de 2021.

ALMEIDA, M. S. BORTHOLAZZI, SS OLIVEIRA. **Educação não formal, informal e formal do conhecimento científico nos diferentes espaços de ensino e aprendizagem. PARANÁ.** Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE: produções didático-pedagógicas. Curitiba: Governo do Estado do Paraná (2014).

AQUINO, A. M., OLIVEIRA, A. M. G., LOUREIRO, D. C. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos.** Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica, 12. Seropédica - RJ, 2005.

BALEM, T. A. **Extensão e desenvolvimento rural.** Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, 2015, 123 p.

BALOTA, E. L.: **Manejo e qualidade biológica do solo.** Edição revisada, Londrina: Midiograf, 2018. 280p.

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

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;** Altera a Lei Nº. 9.605, De 12 de Fevereiro de 1998 e da Outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2 de agosto de 2010.

BRUSCHI, D. M.; RIBEIRO, M. A.; PEIXOTO, M. C. D.; SANTOS, R. de C. S.; FRANCO, R. M. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**; v.1. 3.ed. - Belo Horizonte: FEAM, 2002.

CARVALHO, J. C. de; SANCHUKI, C. E.; LETTI, L. A. Jr.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WALTER, A.; SOCCOL, C. R. Capítulo 4: **Compostagem de Resíduos Agroindustriais**. In: PASTORE, G. M.; BICAS, J. L.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. *Biotecnologia de Alimentos*. Vol. 12. Editora Atheneu, 2013.

CARVALHO, J. C. de; SANCHUKI, C. E.; LETTI, L. A. Jr.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WALTER, A.; SOCCOL, C. R. Capítulo 4: **Compostagem de Resíduos Agroindustriais**. In: PASTORE, G. M.; BICAS, J. L.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. **Biotecnologia de Alimentos**. Vol. 12. Editora Atheneu, 2013.

CAYELA, M. L.; MONDINI, C.; INSAM, H.; SINICCO, T.; FRANKE-WHITTLE, I.; **Plant and animal wastes composting: Effects of the N source on process performance**. *Biosource Technology*, v. 100, n. 12, p. 3097-3106, 2009.

D'ALMEIDA, M.L.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2 ed., São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

DA SILVA, P. T. P.; FERNANDES, B. C.; DA SILVA, V. G.; PIRES, L. G.; BEVILACQUA, P. D. **Problematizando a formação de graduandos em extensão e educação popular: a experiência do Grupo Animais para Agroecologia**. *Revista Cadernos de Agroecologia*, v. 12, n. 1, 2017. p. 1-10.

ECO-CHEM. **Composting process**. 2004. [http:// www.ecochem.com/t_compost_faq2.html](http://www.ecochem.com/t_compost_faq2.html). Acesso em: Acesso em abril de 2022.

FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C.P. (1999). **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro, ABES-FINEP, 84p.

FIORI, M. G. S. **Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia**. *Engenharia Ambiental*, v. 5, n. 3, p. 178-191, 2008. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/5d0f/c747cd941550914d7fca08e63058261cfdc1.pdf?_ga=2.13560823.1768338019.1580848707-894868461.1580848707. Acesso em: 1º fev. 2020.

FRANCOU, C.; POITRENAUD, M; HOUOT, S. **Stabilization of Organic Matter During Composting: Influence of Process and Feedstocks**. *Compost Science & Utilization*; Winter 2005, 72-83

GOMES, T. C. de A. **Resíduos orgânicos no processo de compostagem e sua influência sobre a matéria orgânica do solo em cultivo de cana-de-açúcar**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

GOMES, T. C. de A.; ARAÚJO, J.L. P.; SANTOS, T. A.; MELO, P. L. A.; PEREIRA, K. T. de O.; COSTA JÚNIOR, J. C. da; SANTOS, T. C dos; **Reciclagem de vinhaça via compostagem em larga escala**. Comunicado Técnico. Aracajú, SE: Embrapa, 2018.

SUSZEK GONÇALVES, M.; PIETROBON FACCHI, D.; BRANDÃO, M. I.; BAUER, M.; DE PARIS JUNIOR, O. **Produção de mudas de alface e couve utilizando composto proveniente de resíduos agroindustriais**. Revista Brasileira de Agroecologia, [S. l.], v. 9, n. 1, 2014. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/13231>. Acesso em: 18 dez. 2022.

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 [online]. 2013, v. 17, n. 1 [Acessado 21 Novembro 2022] , pp. 54-59. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100008>>. Epub 01 Jan 2013. ISSN 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100008>.

INÁCIO, C. T. MILLER, P. R. M. **Compostagem: Ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 1ª edição. p. 154.

INSTRUÇÃO NORMATIVA MAPA, nº 61, de 8 de julho de 2020. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 134, 15 jul. 2020. Seção 1, p.5. Disponível em: <<https://portal.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo, SP: Editora Agronômica Ceres LTDA, 1985.

KIEHL, E.J. **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. Piracicaba**: O autor, 1998.

LUNARDI, J J; BAO, Glotilde. **Jogos de Sol a Sol: o lazer e a recreação no desenvolvimento do meio rural**. Santa Rosa: EMATER/RS-ASCAR, 2006. 59 p. (Realidade Rural, 46).

MATOS, A.T **Tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014.

MATTA, V. M. **Polpa de fruta congelada**. Brasília, DF, Embrapa Informação e Tecnologia, 2005. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjM0LTRtsLnAhWpILkGHUmMBv4QFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fainfo.cnptia.embrapa.br%2Fdigital%2Fbitstream%2Fitem%2F11881%2F2%2F00076180.pdf&usg=AOvVaw3ivENJ3S6SXIKVwzvJawQ9>. Acesso em: 02 fev. 2022.

MELO, D. M. A.; MIRANDA, A. A. C.; RODRIGUES, G. T.; SOUZA FILHO, M. R.; ARAUJO, R. C. **Caracterização qualitativa dos solos através de cromatografia de Pfeiffer no Cariri paraibano**. In: I Workshop Sobre Biologia Dos Solos da Caatinga (WBSC), v. 1. Areia-PB. 2018.

MERILLOT, J.M. **Perspectives and state of the art of composting in France**. In: Marco de Bertoldi, Paolo Sequi, Bert Lemmes, Tiziano Papi. Science of Composting Part 2. 1ª edição. England: Chapman & Hall (Edit), 1996, p. 648 – 690.

MILLER, F. C. **Composting as a process base on the control of ecologically selective factors**. In: METTING, F. B. (Ed.). Soil microbial ecology: application in agricultural and environmental management. New York: Marcel Dekker Inc, 1993. p. 515-541.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf>. Acesso em 29 de janeiro de 2021

MIRANDA, A. A. C.; SALLA, L. M. X.; ARAÚJO, A.E.: **Uso da Cromatografia de Pfeiffer como indicador de qualidade do solo: monitoramento do manejo agroecológico da UR-MECA/UFPB**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, jul. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020**: Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019. Brasília, 2020.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Proposta para o **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: 2020. Disponível em <<http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%ABlica.pdf>>. Acesso em janeiro de 2022.

OLIVEIRA, J. R, XAVIER, F. B, DUARTE, N. F. **Húmus de minhoca associado a composto orgânico para a produção de mudas de tomate**. Revista Agrogeoambiental – ago. 2013.

ONU (Brasil). Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). **FAO: 30% de toda a comida produzida no mundo vai parar no lixo. In: 30% de toda a comida produzida no mundo vai parar no lixo**. 1. ed. Brasil: FAO, 14 nov. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-30-de-toda-a-comida-produzida-no-mundo-vai-parar-no-lixo/>. Acesso em: 10 out 2019.

PEIXOTO, M. **Extensão rural no Brasil: uma abordagem histórica da legislação**. 2008.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Ed. rev. e aum. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

PFEIFFER, E. **Chromatography Applied to Quality Testing: The Art and Science of Composting**. Bio-Dynamic Literature, 1980. 44p.

PFEIFFER, E. E. **Chromatography Applied to Quality Testing**. Alemanha: Biodynamic Literatura, 1984

PINHEIRO, S. **Cartilha da saúde do solo (Cromatografia de Pfeiffer)**. Rio Grande do Sul, Salles Editora, 2011. 121p.

RIVERA, J. R.; PINHEIRO, S. **Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Feriva, 2011. 252 p.

RODRIGUES, A. C. **Compostagem de resíduos orgânicos: eficiência do processo e qualidade do composto**. Enciclopédia biosfera. Goiânia: Centro Científico Conhecer, v. 11, n. 22, p. 2015. Disponível em: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07_18_48_1395REVISIONFatoresValente1.pdf. Acesso em: 02 fev. 2022.

RYNK, R. **On-farm composting handbook**. Ithaca, NY: NRAES, 1992, 186p

SANTOS, D.J.; SANTOS, M.S.; JUNIOR, G.B. 2012. **Análise cromatográfica dos solos de duas unidades agroflorestais na Bacia do Pajeu-PE**. Seminário Piauiense de Agroecologia, 2. Anais [...], Esperantina, II UEPI, 2012. v. 1. p. 1-1

SARTORI, V.C. (org.). **Cartilha para agricultura**. Compostagem: produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos. Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Instituto de Biotecnologia. [ca.2016]. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2022

SAVAGE, G.M. **The importance of waste characteristics and processing in the production of quality compost**. In: Marco de Bertoldi, Paolo Sequi, Bert Lemmes, Tiziano Papi. Science of composting. Part 2. 1ª edition. England: Chapman & Hall (edit), 1996. pp. 784-791

SCHNEIDER. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindustriais associadas**. Relatório de Pesquisa. Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7687>. Acesso em: 1º fev. 2020

SILVA, B. M., RANZI, B. D., OROFINO, F. V. G., AQUINO, I. F., MAESTRI, J. C., ABREU, M. J., ROVER, O. J., MILLER, P. R. M., RODRIGUES, R. C. **Critérios técnicos para elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte**. Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC, 2017.

SPADOTTO, CLÁUDIO A.; RIBEIRO, WAGNER. C. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. Botucatu: FEPAF, 2006.

TIQUIA, S.M., N.F.Y. **Tam and I.J. Hodgkiss**. 1996. Microbial activities during composting of spent pig manure sawdust litter at different moisture contents. Bioresource Technol., 55: 201-206.

TIQUIA, S.M., N.F.Y. TAM AND I.J. HODGKISS. 1998a. **Salmonella elimination during composting of spent pig litter**. Bioresource Technol., 63: 193- 196.

VALENTE, B. S. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Archivos de zootecnia, v. 58, n. 1, p. 59-85, 2009. Disponível em:

http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07_18_48_1395REVISIONFatoresValente1.pdf. Acesso em: 02 fev. 2022.

VANDERGHENYST, J. S. **Effects of process management on the emission of organosulfur compounds and gaseous antecedentes from composting processes.** Environmental Science technology, v. 32, n. 23, p.3713-3718, 1997.

VIDAL, M.F. **Agropecuária: fruticultura.** Fortaleza: BNB, ano 7, n.228, maio 2022. (Caderno Setorial Etene)

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

LEAL, M. A. de A.; GUERRA, J. G. M.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. da S. **Compostagem de Misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C: N.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n.11, p.1195–1200, 2013.

9. APÊNDICES

APÊNDICE A – Artigo enviado para revista ABA – Revista Brasileira de Agroecologia

Compostagem 100% vegetal e difusão de conhecimento para agricultores e estudantes

Resumo

O presente artigo tem como objetivo utilizar a compostagem 100% vegetal como instrumento que tem como escopo difundir a educação ambiental através da extensão rural com os alunos do curso de agroecologia do instituto federal de Alagoas, campus Maragogi e agricultores familiares de uma cooperativa a COOPEAGRO. Partindo do pressuposto que a compostagem quando aplicada como prática extensionista dentro do ambiente escolar tende a estimular os alunos a se conscientizar e refletir sobre seus hábitos, tornando assim propagadores de ações que possam reduzir os impactos ao meio ambiente. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, e de campo, pois gerou conhecimento com a aplicação da compostagem 100 % vegetal dentro do ambiente escolar e também difundir o conhecimento gerado com os agricultores e agricultoras, através de capacitações, dias de campo e elaboração de material informativo para agricultores e o público em geral.

Palavras Chaves: fertilizantes orgânicos; adubo orgânico; educação ambiental; extensão rural.

Abstract

This article aims to use 100% vegetable composting as an instrument that aims to spread environmental education through rural extension with students of the agroecology course at the federal institute of Alagoas, Maragogi campus and family farmers of a cooperative COOPEAGRO. Assuming that composting when applied as an extension practice within the school environment tends to encourage students to become aware and reflect on their habits, thus becoming propagators of actions that can reduce impacts on the environment. This is a bibliographic and field research, as it generated knowledge with the application of 100% vegetable composting within the school environment and also spread the knowledge generated with farmers, through training, field days and preparation of material. information for farmers and the general public.

Keywords: organic fertilizers; organic fertilizer; environmental education; rural extension.

100% vegetable composting and dissemination of knowledge to farmers abd

Resumen

Este artículo tiene como objetivo utilizar el compostaje 100% vegetal como un instrumento que pretende difundir la educación ambiental a través de la extensión rural con estudiantes del curso de agroecología en el instituto federal de Alagoas, campus Maragogi y agricultores familiares de una cooperativa COOPEAGRO. Asumiendo que el compostaje cuando se aplica como una práctica de extensión dentro del ámbito escolar tiende a incentivar a los estudiantes a tomar conciencia y reflexionar sobre sus hábitos, convirtiéndose así en propagadores de acciones que pueden reducir los impactos en el medio ambiente. Esta es una investigación bibliográfica y de campo, ya que generó conocimiento con la aplicación del compostaje 100% vegetal dentro del

ámbito escolar y además difundió el conocimiento generado con los agricultores, a través de capacitaciones, jornadas de campo y elaboración de material de información para agricultores y público en general.

Palabras clave: fertilizantes orgánicos; fertilizante orgánico; educación ambiental; extensión rural.

Compostaje 100% vegetal y difusión del conocimiento a agricultores y estudiantes students

1.Introdução

A extensão rural é uma prática de grande valor e fundamental no processo de desenvolvimento rural e da atividade agropecuária. Essa prática é entendida como o ato de “levar e transmitir” conhecimentos sobre determinada área às pessoas do meio rural, com finalidade de contribuir com seus saberes obtidos durante a vida, papel importante no processo de desenvolvimento principalmente de pequenos produtores (PEIXOTO, 2008). A prática extensionista supera os limites de difusão do conhecimento técnico de produção e permite que o atuante trabalhe como organizador, planejador entre outros, com o objetivo de passar os conhecimentos sobre o desenvolvimento rural (LUNARDI; BAO, 2006).

Atualmente, a extensão rural e suas técnicas estão principalmente ligadas à educação não formal. Almeida (2014), em seu aporte teórico de reflexão sobre o papel das ciências nos espaços não formal, informal e formal de educação, ressaltou que a educação não formal inclui uma metodologia, sendo importante que o ensino aprendizagem aconteça através de experiências concretas, para que os alunos se tornem pessoas com visão crítica, que atendam a realidade atual do mundo.

Comumente, a extensão rural é definida como processo educativo (SILVA et al., 2020). Segundo Balem (2015) este processo envolve uma educação informal, a qual não apresenta um sistema sequencial com avaliações, obrigatoriedade de presença, currículo escolar, dentre outros, sendo, assim, um processo em que se relacionam formas de aprender e ensinar através de diferentes métodos e metodologias envolvendo agricultores e extensionistas. A prática da extensão proporciona uma formação diferenciada aos estudantes envolvidos através de diálogo com pessoas do campo e a vivência de experiências que apoiam na formação universitária, fazendo com que alunos e agricultores sejam tratados como agentes de transformação social e criando a relação entre a universidade e a comunidade (DA SILVA et al., 2017).

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas (PERS) prevê que os grandes geradores de resíduos, aqueles que geram volumes significativos, sejam tarifados pelo poder público municipal para contribuir com a sustentação econômica do sistema de gerenciamento de resíduos, o que diminui o custo da coleta e reduz o valor para destinação dos resíduos aos aterros sanitários (ALAGOAS, 2015).

Ao utilizar técnicas que envolvem múltiplos conhecimentos, a compostagem pode ser considerada como um processo de reciclagem da matéria orgânica, na medida em que se aproveita o material descartado para a obtenção de outro material e/ou produto, contribuindo, em última análise, para a preservação de boa parte dos recursos ambientais e reduzindo, com isto, a necessidade da extração de fertilizantes minerais (MELLO FILHO, 2014), possuindo forte aderência com os processos de transição agroecológica.

Chaves e Gaia (2014) e Shigunov Neto e Fortunato (2016) defendem que por meio de projetos ambientais, além de conscientizar, os jovens compreendem que fazem parte do meio, deixando o papel do ouvinte de lado e acrescentando sua contribuição com ações que também podem mudar o mundo. Afinal,

pequenas atitudes diárias fazem toda a diferença para o meio ambiente. Com isso, se aprende a importância do manejo dos resíduos sólidos, reciclagem e a necessidade de aproveitamento do resíduo orgânico.

Diante do exposto o presente artigo tem como os objetivos específicos disseminar o conhecimento obtido com a pesquisa entre alunos e agricultores reafirmando o papel da academia em unir o conhecimento empírico e conhecimento científico. Dentre os objetivos específicos deste trabalho destacamos, a realização de capacitação com os estudantes do curso de agroecologia do IFAL Campus Maragogi, a distribuição da compostagem para agricultores e agricultoras e elaboração de material informativo para agricultores e o público em geral.

1. Procedimentos Metodológicos

Para Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica tem por finalidade pôr o pesquisador em contato com um acervo de teorias abordadas sobre determinado assunto. Como métodos de desenvolvimento para este artigo científico, utilizamos inicialmente a pesquisa bibliográfica, como livros, outros artigos científicos, manuais, revistas e sites relacionados ao assunto, para compor o embasamento teórico-científico e o conhecimento aprofundado do tema abordado (extensão rural, educação ambiental e compostagem) como primeira etapa.

Na segunda etapa desta pesquisa realizamos o processo da compostagem desenvolvido na COOPEAGRO, especificamente no setor produtivo de polpa de fruta. Foram selecionadas as frutas mais expressivas quanto à produtividade e conseqüentemente maior produção de resíduos orgânicos da cooperativa, que foram: abacaxi, acerola, goiaba, graviola e maracujá. Com o intuito de facilitar o processo de compostagem para posterior implementação pela cooperativa, foi utilizado apenas resíduos 100% vegetais, totalmente provenientes do setor produtivo da fabricação das polpas. Optou-se por não introduzir fontes externas de resíduos ou inoculantes ao processo de compostagem desenvolvido na cooperativa.

Maragogi é o município de Alagoas que mais possui assentamento de reforma agrária do estado, totalizando 18, segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2017).

2.1 Montagem do Experimento

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2020 a julho de 2021, na cidade de Maragogi, na unidade da COOPEAGRO, região definida com clima tropical chuvoso, segundo a Classificação Climática de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 26 °C, teor de umidade de 80%, e pluviometria média anual de 1.800 mm, sendo os maiores índices pluviométricos concentrados nos meses de abril a julho.

Os resíduos passaram por um processo de pré-secagem para manter a umidade em torno de 60%, conforme recomendado por Pereira Neto (2007). A pré-secagem foi feita com o espalhamento do material sobre lona, apresentada na Figura 1, deixando-o secar ao sol, onde permaneceu até a constatação de que havia secado o suficiente para seguir com a mistura dos resíduos secos. A partir de então foi efetuada a mistura dos materiais com auxílio de pás e enxadas, também sobre lona, que logo adquiriram formato cônico, com altura variando de 1,0 a 1,5 m, de acordo com o volume pré-definido (figura 2). A umidade foi verificada logo após a mistura para possível correção com irrigação ou secagem da pilha. O processo de compostagem não se limita apenas à mistura de resíduos orgânicos em forma de pilhas ou leiras, mas sim, é necessário acompanhamento de fatores

que influenciam o processo. São determinantes para o processo de compostagem o controle da temperatura, umidade, oxigenação, concentração de nutrientes, granulometria e pH (PEREIRA NETO, 2007).

Figura 1. Resíduo em processo de pré-secagem sobre lona.



Fonte: Arquivo pessoal 2021

Figura 2 Pilha de resíduos misturados em formato de cone



Fonte: Arquivo pessoal, 2021

A temperatura foi verificada com termômetro digital Salvterm 1200K em média a cada três dias com intervalos menores de medição nas 4 primeiras semanas do processo. segundo Carvalho *et al* (2013), a temperatura não é homogênea ao longo da pilha, podendo divergir entre as determinações na base, centro e superfície, por exemplo. Para verificação da umidade foi realizada a coleta de uma amostra do interior da pilha, e apertou-se com a mão observando se houve escorrimento ou não de líquido.

O revolvimento da pilha é essencial para controlar as altas temperaturas e fornecer oxigênio internamente. No experimento atual não foi observado altas temperaturas, o revolvimento foi realizado com intuito apenas de aumentar a oxigenação interna da pilha, e foi realizado semanalmente nas 4 primeiras semanas e posteriormente quinzenalmente após as 4 primeiras semanas do processo.

Na terceira etapa da pesquisa foi realizado nos dias 22 e 23 de fevereiro de 2022 com realização de minicursos de extensão no Campus Maragogi/ IFAL, com alunos do curso de agroecologia do IFAL. Nos

minicursos foram apresentados os resultados da compostagem e também foi demonstrado aos participantes como fazer uma composteira caseira. Ao final foram distribuídos folders com informações referentes como realizar uma compostagem 100% vegetal. Esse folder se encontra no anexo deste trabalho.

Na quarta etapa foi realizada a distribuição do composto para agricultores da feira livre de Maragogi. Na última etapa como pesquisa aplicada (GIL, 1994, p. 207) desenvolvemos e apresentamos uma palestra teórica com temas referentes ao meio ambiente e sustentabilidade, com os agricultores da feira de Maragogi. O que se pretendeu foi explicitar sobre os resíduos sólidos e orgânicos, as leis concernentes a estes e sobre compostagem, sua importância ambiental, seus benefícios para a sociedade e meio ambiente fortalecendo o papel da extensão rural na propagação dos resultados obtidos.

3.Resultados

3.1 Finalização do processo de compostagem

Após 120 dias de tratamento, verifica-se os objetivos primários da compostagem foram alcançados, tais como: estabilização da MO (Matéria Orgânica) aplicada ao solo e redução/eliminação de patógenos. Para isto foi necessário avaliar a relação C/N, umidade, nutrientes e a microbiota (CARVALHO, *et al* 2013.). A relação C/N e avaliação dos nutrientes foi determinada conforme indica a tabela 5. A verificação da umidade foi feita de forma análoga à realizada durante o acompanhamento do processo. Mas desta vez, a umidade máxima para fertilizantes orgânicos deve ser igual a 50%, enquanto que a relação C/N máxima deve ser igual a 20 (MAPA, 2020).

Ao final do processo de compostagem, o material foi seco em temperatura ambiente por 5 dias e peneirado em peneira de 2,0 mm, em seguida o composto obtido foi acondicionado em embalagens plásticas (40x60x15 cm e 48x80x15 cm) e lacrada. (Figuras 3 e 4). De acordo com Oliveira; Sartori e Garcez (2008), para que todo ciclo esteja completo são necessários aproximadamente de 90 a 120 dias após mistura dos materiais orgânicos (dependendo da relação Carbono/Nitrogênio do resíduo), tendo como resultado um composto escuro com textura turfa, utilizado como condicionador de propriedades físicas e biológicas do solo, assim como, um composto fertilizante que fornece os nutrientes essenciais para o suprimento das plantas.

3.2 Características finais do composto produzido

Um dos principais usos dos compostos orgânicos é condicionar o solo e prover nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como aumentar a retenção de água no meio (POLPRASERT, 2007). As características do adubo orgânico formado ao final do processo de compostagem provêm, sobretudo, dos materiais que lhes deram origem e sua qualidade está associada à concentração de nutrientes e à presença ou ausência de substâncias perigosas que possam vir a comprometer o solo (MAPA, 2020).

O produto final da compostagem segundo Bruschi (2002) deve ter pH superior a 6,0 e a relação C/N na faixa de 10/1 a 15/1. Sendo assim, os valores obtidos por meio de análise laboratorial indicaram pH igual a 7,71 e relação C/N igual a 12,41 e estão de acordo com o observado pelo autor.

Para que os produtos sejam embalados com uma imagem comercial para melhor informar os consumidores sobre seu conteúdo, desenvolvemos logotipo e um rótulo. (figura 5 e 6) A logomarca faz parte da

estrutura visual do produto e é muito importante para criar um bom relacionamento entre o produto e o consumidor, por isso de acordo com a proposta do produto foi batizado de Composfruta, uma combinação dos nomes de compostagem e resíduos de frutas, apresentando em um elemento estrutural, como folhas e verdes e azuis relacionados ao meio ambiente. O rótulo apresentado teve o intuito de trazer uma breve descrição do produto, instruções de uso e armazenamento. Para sua identidade visual foram utilizados elementos como algumas das frutas presentes no processo de compostagem. (figura 6). Autores como Reis e colaboradores (2012) relataram a importância da utilização de materiais didáticos auxiliando com temas transversais na educação ambiental, como no caso a compostagem.

Figura 3: Composto Orgânico Pronto



Fonte: Arquivo pessoal,2022

Figura 4: Peneiramento do Composto Orgânico



Fonte: Arquivo pessoal, 2022

Figura 5- Logomarca criada para o composto orgânico produzido



Fonte: Autores do trabalho 2021

Figura 6 - Rótulo criado para o composto orgânico produzido



Fonte: Autores do trabalho,2021

Figura 7 - Composto orgânico embalado produzido



Fonte: Arquivo pessoal, 2021

4. Capacitações e minicursos sobre compostagem

Com processo de finalização da compostagem foram realizados minicursos sobre compostagem vegetal no campus Ifal Maragogi com a turma de alunos do curso de Agroecologia (Figura 8). Nos minicursos realizados cada aluno recebeu um folder “Compostagem proveniente de resíduo Proveniente da fabricação de Polpas de Frutas” (Figura 9). Em seguida proferiu-se uma apresentação sobre as etapas da compostagem e logo após foi demonstrado como fabricar uma composteira caseira. Ao total foram 30 alunos estudantes do curso de agroecologia e ou hospedagem do Ifal – Campus Maragogi, com faixa etária entre 16 e 19 anos participantes do minicurso. Onde foi avaliado de forma positiva pelos participantes. O emprego da aula prática como recurso metodológico é indicado por vários autores como Krasilchik (2000), Amorim e Lima (2007) e Souza (2007). Os resultados obtidos estão de acordo com a ideia de Souza (2007) que afirma que na aula prática o aluno pode motivar-se mais, visualizar o uso pragmático daquele conteúdo em sua vida cotidiana, facilitando dessa forma a aprendizagem significativa, pleonasma intencional.

Com o propósito de divulgar os temas sobre a compostagem e desenvolvimento sustentável, água e recursos naturais. Abordamos sobre o processo da compostagem, suas características, seu potencial no Brasil, tipos de processos e suas vantagens. Também se conceituou a questão do desenvolvimento sustentável, as leis ambientais, crescimento de uma sociedade insustentável, mostrando questões que a própria população pode interferir, para podermos ter um crescimento socioambiental e desenvolvimento econômico sustentável. O material colhido para a elaboração do conteúdo programático mostrou-se satisfatório no tocante à Educação Ambiental. Sua didática lúdica proporcionou um fácil entendimento por parte dos alunos participantes.

Figura 8: Minicurso de Compostagem vegetal



Fonte Autora,2022

Figura 9: Demonstração da composteira caseira para os alunos participantes do minicurso



Fonte: Autora, 2022

Figura 10: Folder distribuídos para os alunos e Agricultores



Fonte: Autora, 2021.

No momento da distribuição do composto produzido foi realizada a apresentação das vantagens de utilizar o composto orgânico (Figura 10).”. Nesse processo de difusão de conhecimento, Entende-se por TT (Transferência de tecnologia) o processo interativo entre múltiplos agentes – pesquisa, ensino, extensão, fomento, segmentos da agricultura e da sociedade públicos e/ou privados – com vistas ao intercâmbio e ao fluxo de conhecimentos entre eles, objetivando que os resultados da pesquisa e o desenvolvimento sejam introduzidos como novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo social, resultando em novos produtos, processos ou serviços, ou seja, inovação (Mendes, 2015). O que acontece com a disseminação da compostagem cos os agricultores e alunos.

Pelos debates provocados, busca-se ao final problematizar a distância entre Extensionistas e Educadores/as do Campo, considerando que os últimos, partindo das escolas, devem construir processos de transformação da realidade rural, assim como os agentes de ATER em suas várias atribuições. “A busca da inclusão social da população rural brasileira mais pobre será elemento central de todas as ações orientadas pela Política Nacional de Ater” (BRASIL, 2004, p. 4).

Foi aplicado um questionário de pesquisa de satisfação sobre o composto produzido e distribuído (Figura 11). Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental, Lei n. 9.795/99, Art. 1º, a educação ambiental é o artifício por meio do qual “[...] o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”. Este conceito define de maneira objetiva como podemos contribuir para uma sociedade ambientalmente sustentável.

Em relação à Educação Ambiental nas escolas, estende-se que seja um instrumento para qual se consegue ter um desenvolvimento sustentável mais efetivo. Proporciona a formação de uma sociedade consciente que passa a ter uma visão em que todas as suas atividades podem causar um impacto que afetará o destino do Planeta. Para Effting (2007, p. 23), “Dentro da escola deveremos encontrar meios efetivos para que cada aluno compreenda os fenômenos naturais, as ações humanas e sua consequência para consigo, para sua própria espécie, para os outros seres vivos e o ambiente

Figura 11 - Dialogo com agricultores da feira livre de Maragogi-AL



Fonte: Autores, 2022

Figura 12 – Entrega do composto ensacado ao agricultor



Fonte: Autores, 2021.

5.Considerações finais

A fim de satisfazer os princípios teóricos científicos existentes, são abordadas as questões ambientais levantadas neste estudo, com foco na educação ambiental e extensão rural. Podemos entender que é uma ciência, uma disciplina, uma atitude pessoal do ser humano. Sabemos que a promoção da educação ambiental nas escolas condizente com o método de extensão rural pode mudar a forma de pensar e, conseqüentemente, a forma de agir diante do comportamento cotidiano da família.

Do ponto de vista educacional, a escolha pela educação ambiental por meio da compostagem é segura. Como tal, proporciona aos alunos uma exposição direta às questões ambientais que precisam ser incutidas na nova geração atingindo os objetivos do trabalho.

Com a execução deste projeto foi possível alcançar as seguintes diretrizes de Extensão: I – Contribuiu para o desenvolvimento da sociedade, constituindo um vínculo que estabeleceu a troca de saberes, conhecimentos e experiências para a constante avaliação e vitalização da pesquisa e do ensino; II – Interagiu de forma sistematizada com a comunidade externa, por intermédio da participação das(os) servidoras(es) e estudantes do IFAL Campus Maragogi; III – Integrou o ensino e a pesquisa às demandas da sociedade, seus interesses e necessidades, estabelecendo mecanismos que inter-relacionaram o saber acadêmico e o saber popular; IV – Propiciou a formação de cidadã das(os) e estudantes valorizando seus conhecimentos de modo interprofissional e interdisciplinar; V – Incentivou a produção de mudanças na própria instituição e nos demais setores da sociedade, a partir da construção e aplicação de conhecimentos, bem como por outras atividades acadêmicas e sociais hora aqui desenvolvidas por este projeto. Assim o projeto visou mobilizar e conscientizar agricultores e estudantes a respeito da compostagem. Foram Capacitados agricultores familiares quanto a prática da compostagem contribuindo para o desenvolvimento local. Para tanto foram realizadas palestras, minicursos e dias de campo para tratar do processo de compostagem de forma que os participantes conseguiram reproduzir a atividade em suas propriedades rurais e na cidade. Com a realização do projeto foi possível reduzir o descarte de resíduos sólidos de origem vegetal em aterros uma vez que eles foram transformados em composto orgânico utilizado na adubação de diferentes plantas. Foi realizada rodas de conversa permitido troca de saberes entre a equipe executora e estudantes feirantes e assentados. Também foram ministradas palestras e oficinas para divulgação do uso da compostagem orgânica para adubação de plantas. Foi produzido um folder com informações sobre compostagem para distribuição com a comunidade.

Quanto aos objetivos traçados no início desse estudo, podemos dizer que foram alcançados. Aplicamos o ensino da técnica de compostagem e obtivemos êxito tanto do ponto de vista técnico quanto pedagógico. Conseguimos promover a conscientização ambiental em toda a comunidade escolar e estender o conhecimento aos agricultores em relação aos detritos orgânicos. Devido a pandemia do COVID- 19 não podemos expandir a quantidade de público participantes nos minicursos e houveram o reagendamento de novas atividades com os agricultores com intuito de uma maior difusão do conhecimento gerado.

O tema meio ambiente é muito amplo, se faz necessário alinhar esse tema com a extensão rural, pois dessa forma podemos atingir diversos públicos para sua plena difusão.

Bibliografia

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas**. Maceió, 2015. Disponível em: <http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/191_ext_arquivo.pdf>. Acesso em 05 junho de 2022.

ALMEIDA, Maria Salete Bortholazzi, SS OLIVEIRA. Educação não formal, informal e formal do conhecimento científico nos diferentes espaços de ensino e aprendizagem. PARANÁ. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE: produções didático-pedagógicas. Curitiba: Governo do Estado do Paraná (2014).

BALEM, T. A. **Extensão e desenvolvimento rural**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico, 2015, 123 p.
BRUSCHI, D. M.; RIBEIRO, M. A.; PEIXOTO, M. C. D.; SANTOS, R. de C. S.; FRANCO, R. M. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**; v.1. 3.ed. - Belo Horizonte: FEAM, 2002.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Agricultura Familiar. Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural. Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural. Brasília, 2004

CARVALHO, J. C. de; SANCHUKI, C. E.; LETTI, L. A. Jr.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WALTER, A.; SOCCOL, C. R. Capítulo 4: Compostagem de Resíduos Agroindustriais. *In*: PASTORE, G. M.; BICAS, J. L.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. **Biotecnologia de Alimentos**. Vol. 12. Editora Atheneu, 2013.

CHAVES, Rayssa Aguiar; GAIA, Marília Carla Mello. O Papel da Escola na Construção da Educação Ambiental: Ações E Reflexões. **Revista SBEnBIO**, n. 7, out., 2014.

DA SILVA, P. T. P.; FERNANDES, B. C.; DA SILVA, V. G.; PIRES, L. G.; BEVILACQUA, P. D. Problematizando a formação de graduandos em extensão e educação popular: a experiência do Grupo Animais para Agroecologia. **Revista Cadernos de Agroecologia**, v. 12, n. 1, 2017. p. 1-10.

EFFTING, Tânia Regina. **Educação Ambiental nas Escolas Públicas: realidade e desafios**. Monografia de Especialização em Planejamento para o Desenvolvimento sustentável”, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2007. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/autoresind/EducacaoAmbientalNasEscolasPublicasRealidadeEDesafios.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas. 1994.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Incra nos Estados - Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária: SR 22 – Alagoas**. 2017. Disponível em: <<https://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>> Acesso em 01 de junho de 2021.

LUNARDI, Jorge João; BAO, Glotilde. Jogos de Sol a Sol: o lazer e a recreação no desenvolvimento do meio rural. Santa Rosa: EMATER/RS-ASCAR, 2006. 59 p. (Realidade Rural, 46)

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

INSTRUÇÃO NORMATIVA MAPA, nº 61, de 8 de julho de 2020. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 134, 15 jul. 2020. Seção 1, p.5. Disponível em: < <https://portal.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

MENDES, C. I. C. Transferência de tecnologia da Embrapa: rumo à inovação. Dissertação (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Estadual de Campinas. 386 p., Campinas, 2015.

MELLO FILHO, Nilson Ramos de. Aplicação e avaliação de técnicas de agroecologia e compostagem como dinamizadores da educação ambiental nos currículos e espaços escolares. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H.; GARCEZ, T.B. Compostagem. 2005. Disponível em: Acesso em: 5 out. 2021

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**: manual de orientação. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017.

PEREIRA NETO, João Tinôco. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Ed. rev. e aum. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

PEREIRA NETO, João Tinoco. **On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting: A Low Cost Technology Approach**. University of Leeds, Inglaterra. 1987, p. 839-845.

PEIXOTO, Marcus. Extensão rural no Brasil: uma abordagem histórica da legislação. 2008.

POLPRASERT, Chongrak. **Organic Waste Recycling: Technology and Management**. 3. ed. Tailândia, Bangkok: IWA Publishing, 2007.

REIS, V. R. dos; SANTOS, A. S. dos; MACHADO, P. B.; SOUZA, G. S. de. **Utilização de cartilha como ferramenta de educação ambiental**. Seminário Universidade Sociedade – Semana Kirimurê. Cachoeira/BA, 2012.

SILVA, A. M.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; CEZAR, L. S. Extensão rural e construção da equidade de gênero: limites e possibilidades. *Revista de economia e sociologia rural*, v.58, n.1, 2020.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: 3 ago. 2010.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; FORTUNATO, Ivan. **Educação ambiental e formação dos professores**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna LTDA. 2016.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. *Rev. São Paulo Perspec.*, v.14, n.1, 2000

APÊNDICE B -Formulário de Registo de Patente de composto orgânico coproduzido de resíduos agroindústrias de polpa de frutas foi submetida ao INPI