

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa
Ensino Médio com Habilitação Profissional Técnica em Meio Ambiente

Fernanda Grandino Gimenes
Gabriele Militão
Lasmin Werneque Pavan
Juliana Biason Vitti
Maria Clara Jorge Valentim

PRODUÇÃO DE ADUBO ORGÂNICO A PARTIR DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE PALMA

PIRACICABA – SP
2025

Fernanda Grandino Gimenes

Gabriele Militão

Lasmin Werneque Pavan

Juliana Biason Vitti

Maria Clara Jorge Valentim

**PRODUÇÃO DE ADUBO ORGÂNICO A PARTIR DOS RESÍDUOS
SÓLIDOS ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE PALMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso Técnico em Meio Ambiente da Etec Coronel Fernando Febeliano da Costa, orientado pelos professores Bianca Furlan Danelon e Rafael de Souza, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Meio Ambiente.

PIRACICABA – SP

2025

Fernanda Grandino Gimenes

Gabriele Militão

Iasmin Werneque Pavan

Juliana Biason Vitti

Maria Clara Jorge Valentim

PRODUÇÃO DE ADUBO ORGÂNICO A PARTIR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORIUNDOS DA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE PALMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Meio Ambiente da Etec Coronel Fernando Febeliano da Costa, orientado pelos professores Bianca Furlan Danelon e Rafael de Souza como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Meio Ambiente.

Data de aprovação: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof.^(a) Bianca Furlan Danelon

Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa

Prof.^(a) Marisa Natalina Segá

Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa

Prof.^(a) Rafael de Souza

Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso foi possível graças à colaboração de diversas pessoas e instituições, a quem expressamos nossa mais profunda gratidão.

Agradecemos, em primeiro lugar, aos professores orientadores, que com seu conhecimento e dedicação, nos supervisionaram e guiaram em todas as etapas, oferecendo o incentivo e o suporte técnico necessários para a elaboração deste projeto.

Nosso agradecimento se estende aos estagiários que colaboraram com a pesquisa, fornecendo contatos essenciais que foram fundamentais para a realização do trabalho de campo.

À equipe do Laboratório de Solos da ESALQ – USP, nossa gratidão especial pela análise gratuita do adubo orgânico, uma contribuição inestimável para a qualidade dos resultados obtidos.

Por fim, um agradecimento especial aos nossos familiares, que nos apoiaram incondicionalmente durante essa jornada acadêmica, oferecendo o suporte emocional e financeiro indispensável para a conclusão deste curso.

RESUMO

Desde que o fruto colhido da árvore conhecida como dendezeiro (*Elaeis guineenses*) nativa da África Ocidental fora trazido ao Brasil, o óleo de palma ou azeite de dendê que é extraído da polpa se tornou um dos óleos vegetais mais consumidos no mundo, embora na forma industrial refinada, diferente do tradicional utilizado no Brasil. Entretanto, todos os resíduos descartados incorretamente por indústrias de óleo de palma representam graves problemas ambientais, tendo em vista que esses efluentes não tratados resultam em contaminação de solos, degradação da vegetação e poluição de lençóis freáticos. A pesquisa teve como objetivo analisar o potencial do resíduo sólido (ou bagaço) do fruto do dendê como fonte de fertilizante natural através da compostagem — processo de decomposição controlada de resíduos orgânicos — no desenvolvimento do cultivo da hortaliça cebolinha (*Allium fistulosum*), escolhida por apresentar exigências nutricionais compatíveis com os nutrientes presentes no bagaço do dendê. Foi realizado um experimento caseiro de extração do azeite do dendê em que o cozimento, seguido da prensagem manual dos frutos culminou na obtenção dos resíduos líquidos que foram armazenados em garrafas PET para futura exibição, enquanto o bagaço resultante do processo foi misturado em terra vegetal para a produção do adubo orgânico para ser adicionado à composteira doméstica. O interior da composteira foi preenchido com camadas de cascalho, areia, folhas secas e o bagaço, além de minhocas californianas (*Eisenia fétida*). O objetivo desse processo foi promover a decomposição do bagaço do dendê transformando-o em adubo orgânico para enriquecer o solo destinado ao cultivo da cebolinha.

Palavras-chaves: Dendezeiro (*Elaeis guineenses*); Adubo; Compostagem; Cultivo; Cebolinha (*Allium schoenoprasum*l).

ABSTRACT

Since the fruit harvested from the tree known as the oil palm (*Elaeis guineenses*) native to West Africa was brought to Brazil, palm oil or dendê oil that is extracted from the pulp has become one of the most consumed vegetable oils in the world, although in a refined industrial form, different from the traditional one used in Brazil. However, all waste disposed of incorrectly by palm oil industries represents serious environmental problems, given that these untreated effluents result in soil contamination, vegetation degradation and groundwater pollution. The research aimed to analyze the potential of solid waste (or bagasse) from the palm fruit as a source of natural fertilizer through composting — a process of controlled protection of organic waste — in the development of the cultivation of the chive vegetable (*Allium fistulosum*), chosen for presenting integrated nutritional criticism with the nutrients present in the palm bagasse. A home experiment was carried out to extract palm oil, in which cooking, followed by manual pressing of the fruits, resulted in the production of liquid residues that were stored in PET bottles for future display, while the bagasse resulting from the process was mixed with topsoil to produce organic fertilizer to be added to the domestic compost bin. The interior of the composter was filled with layers of gravel, sand, dry leaves and bagasse. The objective of this process was to promote the decomposition of palm oil bagasse, transforming it into organic fertilizer to enrich the soil used for growing chives.

Keywords: Oil Palm (*Elaeis guineenses*); Compost; Composting; Cultivation; Chives (*Allium schoenoprasum*)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dendezeiro.....	24
Figura 2 - Frutos de dendê selecionados	24
Figura 3 - Pesagem dos frutos	25
Figura 4 - Adição de água aos frutos para o cozimento.....	25
Figura 5 - Frutos pós cozimento	26
Figura 6 - Quebra do cascalho	26
Figura 7 - Separação dos frutos da água do cozimento.....	27
Figura 8 - Pilagem dos frutos de dendê	27
Figura 9 - Frutos retirados do pilão para lavagem.....	28
Figura 10 - Lavagem das fibras.....	28
Figura 11 - Separação das fibras do caroço	29
Figura 12 - Separação das fibras do líquido	29
Figura 13 - Separação do óleo suspenso	30
Figura 14 - Fervura do óleo coletado.....	30
Figura 15 - Armazenamento de resíduos do processamento do dendê	31
Figura 16 - Acoplamento da mangueira e tule no adaptador de PVC.....	31
Figura 17 - Primeira camada: cascalho	32
Figura 18 - Segunda camada: areia	32
Figura 19 - Terceira camada: folha e grama secos	33
Figura 20 - Quarta camada: bagaço do dendê	33
Figura 21 - Quinta camada: grama seca.....	34
Figura 22 - Adição da primeira camada: esterco bovino.....	35
Figura 23 - adição da segunda camada: minhocas californianas	35
Figura 24 - Adição da terceira camada: esterco bovino.....	36
Figura 25 - Adição de serragem	36
Figura 26 - Camadas da composteira	37
Figura 27 - Volume no mês de junho	38
Figura 28 - Coloração e volume no mês de julho	38
Figura 29 - Tambor plástico azul de 220 litros	39
Figura 30 - Tábua de madeira.....	39
Figura 31 - Pedra brita no fundo	40

Figura 32 - Amostra para análise	41
Figura 33 - Separação dos solos com e sem adubo.....	41
Figura 34 - Medição da profundidade do solo	42
Figura 35 - Horta com as cebolinhas plantas.....	42
Figura 36 - Horta com a tela de proteção	43
Figura 37 - Análise do material orgânico	44
Figura 38 - Desenvolvimento das cebolinhas em ambos os lados (setembro) .	45
Figura 39 – Diferença do caule das cebolinhas	46
Figura 40 - Antes e depois das cebolinhas (antes da realocação)	46
Figura 41 - Caule da cebolinha com adubo.....	47
Figura 42 - Caule da cebolinha sem adubo	47
Figura 43 - Altura das cebolinhas com adubo	48
Figura 44 - Altura das cebolinhas sem adubo	48
Figura 45 - Monitoramento/setembro	49
Figura 46 - Monitoramento/outubro.....	49
Figura 47 - Monitoramento/novembro	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Objetivo geral	10
1.2. Objetivos específicos	11
2. DESENVOLVIMENTO	12
2.1. Referencial teórico	12
2.2. A economia circular dos resíduos	16
2.3. Metodologia	18
2.4. Produção do adubo orgânico.....	24
3. RESULTADOS	44
4. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

No contexto agroindustrial, o óleo de palma ou azeite de dendê extraído da palmeira conhecida como dendezeiro (*Elaeis guineenses*) é um desafio quanto ao gerenciamento dos resíduos industriais gerados no seu processo de remoção e produção. Os substratos dessa indústria geralmente não são tratados antes de serem descartados no meio ambiente, causando contaminação do solo e dos recursos hídricos da região onde há deposição desses efluentes.

Diante dessa situação, o trabalho propõe utilizar os resíduos sólidos provindos do fruto da palmeira, transformando-os em adubo orgânico através do processo artesanal. O experimento será realizado em laboratório, testando o adubo produzido em um tipo de hortaliça, observando seu desenvolvimento. Essa prática visa, principalmente, a sustentabilidade no processo de extração do dendê.

A principal hipótese foi analisar a possibilidade de produzir um adubo orgânico a partir dos resíduos sólidos derivados da extração do óleo de palma, a fim de diminuir os impactos causados por essa indústria oleaginosa.

O reaproveitamento dos resíduos do dendê possui grande relevância para a área ambiental, especialmente no que visa promover a sustentabilidade e a economia circular, caracterizada por ser regenerativa para os sistemas naturais e que engloba técnicas de produção que visam reduzir desperdícios e possíveis contaminações dos ecossistemas (EMF, 2019). Logo, busca substituir o uso de fertilizantes químicos no solo e oferecer alternativas para o manejo de resíduos, contribuindo com técnicas sustentáveis para a agroindústria.

1.1. Objetivo geral

- Verificar a viabilidade da produção de adubo orgânico a partir do bagaço extraído do fruto do dendê no cultivo da cebolinha (*Allium fistulosum*);

1.2. Objetivos específicos

- Averiguar os benefícios ambientais do adubo orgânico a partir do bagaço do dendê;
- Apontar os principais componentes nutritivos para desenvolvimento pleno da cebolinha (*Allium fistulosum*);
- Investigar o que os nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes nos subprodutos do dendê proporcionam ao solo;
- Analisar e discutir a importância do reaproveitamento dos subprodutos do dendê no contexto agroindustrial.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial teórico

O dendezeiro (*Elaeis guineenses Jacq.*) é uma palmeira originária da África Ocidental sendo considerada uma planta oleaginosa altamente produtiva (BATISTA *et al.*, 2013 *apud* HORA, 2023). Popularmente, é conhecido por palmeira-dendê ou coqueiro-de-dendê e carrega uma rica ancestralidade africana, tendo sido introduzida e adaptada nas regiões tropicais do globo, assim como tantas outras especiarias trazidas pelos africanos no século XVI, como as bananas, a erva-doce e o gergelim. Desse modo, surge o dendê na região da Bahia para ser incorporado à culinária portuguesa (SILVA, 2003).

Graças as relações entre Portugal, África e o Novo Mundo, várias espécies vegetais de origem asiática e africana foram trazidas para as colônias, muitas vezes através de sementes transportadas dentro dos navios (SANTOS, 2010 *apud* SANTOS E., 2014).

O Brasil possui as melhores condições edafoclimáticas para o cultivo de dendezeiros. Sendo a concentração de cultivo no estado do Pará, no Amazonas, seguido da Bahia e no Amapá (VENTURIERI *et al.*, 2010).

O dendê é uma monocotiledônea e está incluído na ordem das *Palmales*, família *Palmaceae* e gênero *Elaeis* (MÜLLER, 1980). Da palmeira, extrai-se dois tipos de óleos: o óleo da polpa e o óleo da amêndoa (MÜLLER, 1980). São de fácil adaptação em climas tropicais, preferindo solos bem drenados e ricos em matéria orgânica. Sua palmeira pode chegar até 15 m de altura com estipe ereto e escuro. Suas folhas possuem até 1 m de comprimento e carregam espinhos nas bases (SILVA, 2003).

O sistema radicular do dendezeiro é do tipo fasciculado, o que possibilita melhor capacidade de adaptar-se bem em solos profundos, de textura argilosa, com boa drenagem e pH entre 4,5 e 6,0, já que a maior parte das raízes se encontram entre 20 e 60 cm de profundidade. As características químicas do solo são pouco limitantes em relação às físicas, devido a fácil adaptabilidade desta cultura às ações corretivas do solo (RAMALHO FILHO, 2010 *apud* PAIXÃO, 2022, p. 9).

O dendezeiro é uma espécie dividida, baseado em seu endocarpo, em três tipos principais: dura, psifera e tenera. O endocarpo do tipo dura tem espessura superior a 2 mm, sendo a espécie mais comum em populações naturais. O tipo psifera não possui endocarpo. Por fim, a tenera possui endocarpo com espessura inferior a 2 mm e fibras espalhadas no mesocarpo do fruto. A maior produtora de óleo é do tipo tenera. (VENTURIERI *et al.*, 2010).

Adaptadas a climas tropicais úmidos, o dendezeiro se favorece em condições de precipitação anual de 2000 a 2500 mm; médias de temperaturas máximas entre 29 e 33° C; temperaturas mínimas entre 22 e 24° C; luminosidade de 5 a 7 horas/dia e baixa incidência de ventos fortes. Sendo a temperatura o fator limitante para esse cultivo (VENTURIERI *et al.*, 2010).

O estresse hídrico da cultura reduz a emissão foliar, acúmulo de folhas flechas, redução do número e peso médio de cachos, aumento de flores masculinas e abortamento de inflorescências de 7 a 13 meses de idade. A cada 100 mm de déficit hídrico, 10 a 20% da produtividade são perdidos. Ademais, uma baixa incidência solar reduz a fotossíntese, baixa maturação dos cachos e pouco óleo nos frutos (VENTURIERI *et al.*, 2010).

A Bahia possui uma notável diversidade climática e solos adequados para o cultivo do dendê, dessa forma caracteriza-se como único estado do nordeste propenso ao plantio do dendezeiro (SILVA, 2015 *apud* HORA, 2023). Tendo em vista a adaptabilidade do dendezeiro, outro bioma ao qual a planta se adaptou bem foi o da Mata Atlântica (EMBRAPA, 2011 *apud* BORGES, COLLICCHIO e CAMPOS, 2016).

O dendê apresenta como camadas: casca (epicarpo), polpa (mesocarpo) e a castanha (endocarpo) que envolve a amêndoa. Obtém-se, a partir de seu processamento, o óleo de dendê ou de palma e o óleo de palmiste extraído da semente, ambos são amplamente comercializados (BEZERRA, 2022 *apud* HORA, 2023) para servirem às indústrias alimentícia, oleoquímica e de biodiesel (VENTURIERI *et al.*, 2010).

Devido à grande área existente apta para a dendeicultura, aproximadamente 75 milhões de hectares de terras, sua prática é facilitada no Brasil (CONAB, 2006 *apud* HORA, 2023). Com aproximadamente 55.066 hectares de dendezeiros, o estado

do Pará é responsável por mais de 90% da produção nacional de óleo de palma (AGRIANUAL, 2006 *apud* HORA, 2023).

O processamento do dendê passa por diversas etapas até que se tenha como resultado seus dois produtos, o óleo de palma (azeite de dendê) e o óleo de palmiste. As etapas que compõe o processo produtivo são a coleta dos frutos, transporte, esterilização, debulhamento, digestão, prensagem, desaerador, decantação e clarificação [...] (ROSA, 2011 *apud* HORA, 2023, p. 18).

Segundo HORA (2023), no processamento do fruto, há geração de resíduos sólidos como cascas, cachos vazios e fibras.

A casca ou exocarpo do dendê constitui sua camada externa e possui coloração laranja-avermelhada quando maduro e coloração preta quando seu estágio de maturação está incompleto. A torta de palmiste ou torta de dendê é um dos excedentes do processamento do fruto e está presente no endocarpo.

O cacho do dendezeiro possui forma ovoide e pode pesar de 10 a 50kg. O pedúnculo, suporte que sustenta o fruto, compõe cerca de 13% do peso do cacho. Nele, são compostas espiguetas que compõe 15% do peso do cacho. Seu tamanho é influenciado por fatores genéticos, ambientais e ciclo de cultura (VENTURIERI *et al.*, 2010).

As fibras fazem parte dos componentes do cacho do dendê e estão presentes no mesocarpo do fruto. Ela é parte do bagaço extraído usado para a produção de adubo.

Conforme consta VENTURIERI (2010) os óleos de palma e palmiste são compostos formados da condensação entre glicerol e ácidos graxos, sendo constituídos, principalmente, de acilgliceróis. Ou seja, são caracterizados pelo alto teor lipídico. Portanto, se descartados incorretamente e em grandes quantidades, esses subprodutos podem diminuir a concentração de oxigênio dissolvido em água (DBO), ocasionando na eutrofização dos corpos d'água. Dessa forma, contaminam os recursos hídricos, causando a morte da vida aquática.

A indústria do óleo de palma é marcada por controvérsias, devido aos impactos socioambientais causados. Dentre os impactos ambientais, os efluentes líquidos da palma contêm altos teores de fertilizantes químicos aplicados no cultivo da palmeira e relacionados à contaminação da água. As áreas onde se estabelece a dendeicultura são marcadas pelo uso extensivo de terras, pela pecuária, solos compactados,

desmatamento de florestas primárias e secundárias, bem como o comprometimento da mata ciliar e corpos hídricos (NAHUM, J.S., SANTOS C.B., 2013).

Os denezais localizam-se predominantemente nas proximidades ou são cortados por cursos d'águas, igarapés, rios, lagos. Logo, os produtos químicos usados nos plantios acabam por ser carreados pelo processo de lixiviação que ocorre na região ou pelo processo de infiltração, para dentro desses corpos líquidos (NAHUM; SANTOS 2013).

O resultado de tudo é a configuração dos denezais como áreas de risco ambiental em função da possível contaminação dos recursos hídricos, comprometendo a saúde das comunidades tradicionais do entorno que utilizam dessa água (NAHUM; SANTOS 2013).

Tendo em vista os impactos gerados pela indústria do óleo de palma devido ao descarte incorreto dos resíduos químicos, é importante que o processo de adubação seja implementado para recuperar o solo contaminado pelas práticas agrícolas.

A disposição agrícola consiste em uma maneira de recuperar o solo por meio da adubação, que é um processo economicamente viável e sustentável, auxiliando no sequestro de carbono pelo solo e sendo um meio de aliviar o aumento de CO₂ na atmosfera, que tem como possíveis fontes a queima de combustíveis fósseis e as práticas agrícolas (FINATTO *et al.*, 2013, p. 85).

Esse processo pode ser gerado de duas formas, vegetal ou animal. Ambos os resíduos têm a função de fornecer nutrientes, dependendo essencialmente do material empregado em seu preparo (EMBRAPA, 2001 *apud* FINATTO *et al.*, 2013). Esses nutrientes possuem uma composição muito variada, dentre eles, o fósforo (P), o potássio (K) e o nitrogênio (N) que facilitam a degradação dos compostos presentes no solo.

Uma maneira de aproveitar diversos tipos de resíduos de origem vegetal ou animal é utilizando a compostagem, uma prática simples e barata. Quando bem conduzida, propicia inúmeros benefícios ao solo, melhorando as suas características (e, conseqüentemente, aumentando a sua produtividade), além de eliminar, ao longo do tempo, o uso dos adubos químicos, que, além de poluírem o ambiente, aumentam os custos de produção. É uma forma de utilizar os resíduos agrícolas e urbanos transformando-os em compostos ou húmus (CARMO, SAMPAIO, 2009, p. 2982).

Portanto, para a criação do adubo orgânico através de uma prática simples e eficiente, o método de compostagem pode ser aplicado.

Segundo MOTTER *et al.*, (1990), para acelerar a decomposição e a reciclagem dos resíduos orgânicos da compostagem, a minhocultura e a vermicompostagem são processos fundamentais, trazendo melhorias significativas para os solos e o meio ambiente. As minhocas, em particular, impactam profundamente as características físicas do solo. Suas galerias e excrementos misturam os horizontes do solo, o que aumenta a aeração, melhora a drenagem e aprimora a capacidade de retenção de água e de nutrientes úteis.

A conversão da matéria orgânica bruta em húmus é um processo microbiológico complexo, impulsionado por bactérias e fungos. A composição dos resíduos pode acelerar o desenvolvimento desses microrganismos em até 60%, incluindo as bactérias fixadoras de nitrogênio, que são essenciais para a fertilidade do solo (MOTTER *et al.*, 1990).

2.2. A economia circular dos resíduos

De acordo com RIBEIRO (2002), na história, a humanidade se aprimorou em descobrir diversas maneiras de suprir suas necessidades por meio da apropriação e conversão dos recursos naturais em bens e serviços. Ao longo do tempo, os fluxos de matéria e energia da biosfera para uso na economia se intensificaram tal qual os fluxos de resíduos desta para o ambiente – processo que contribui para o comprometimento da capacidade dos ecossistemas em prover serviços ambientais. Porém, mesmo que tenham ocorrido várias evoluções nas formas de produção, a economia moderna nunca deixou de ser baseada no modelo linear de extração, fabricação, uso e descarte, sendo ampliada pelo modelo “fordista” de produção no qual se aplica trabalho e energia para que os recursos naturais que são explorados, processados e transformados em bens de consumo sejam comercializados (EMF, 2012).

Além deste aumento no consumo dos recursos, a ampla adoção do modelo linear tem levado à geração de grandes quantidades de resíduos, oriundos das várias etapas dos ciclos de vida dos produtos. Avaliações da Royal Society of Arts (RSA, 2014) demonstram que, de maneira geral, cerca de 90% dos materiais retirados da natureza viram resíduos antes mesmo que os produtos deixem as fábricas. Além disso, aproximadamente 80% dos próprios produtos acabam sendo descartados em até seis meses após seu uso. A geração de resíduos ocorre em duas frentes

principais: a primeira ao longo das etapas da cadeia produtiva, já que, em muitos casos, os recursos não são completamente incorporados aos produtos e, portanto, não agregam valor; e a segunda após o consumo, envolvendo tanto as embalagens quanto os próprios produtos ao final de sua vida útil. É importante destacar que a reciclagem apresenta índices relevantes apenas em algumas regiões e para determinados materiais. Para ilustrar, mesmo na Europa, menos de 40% dos 2,7 bilhões de toneladas de resíduos gerados em 2010 foram reaproveitados.

A perda de materiais na forma de resíduos também está associada a outro impacto significativo: o desperdício de energia – seja aquela consumida nos processos produtivos, incluindo o transporte em uma economia globalizada, seja a energia incorporada aos produtos que são descartados ao final de sua vida útil. Além disso, o modelo linear de economia acarreta a deterioração da capacidade dos ecossistemas de fornecerem serviços essenciais, tanto pelo consumo humano que excede os limites de sustentação do planeta quanto pela contaminação e degradação dos ambientes naturais, comprometendo seu funcionamento metabólico.

Sob esse cenário, a chamada “Economia Circular” (EC), embora bastante recente, tem sido discutida e difundida amplamente na Europa, sendo inclusive a base da revisão da Diretiva de Resíduos atualmente em discussão na Comissão Europeia.

Para RIBEIRO (2014), por possuir parte de sua economia calcada na extração de recursos naturais (seja água, produtos minerais, silvícolas, agrícolas ou agropecuários), o Brasil deve, não só não apenas acompanhar esta discussão, mas também realizar desde cedo uma reflexão acadêmica sobre o alcance destas estratégias no país. Especificamente no caso dos resíduos sólidos, esta abordagem seria de fundamental importância, uma vez que a sociedade se encontra em pleno esforço de implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, promulgada em 2010.

A HOUSE OF COMMONS (2014), define por “Economia Circular” (EC) aquele modelo econômico que se difere do modelo atual da economia linear, e se aproxima a um no qual os produtos, e os materiais que o compõe, recebem atribuições de valor distintas, contribuindo para uma economia mais resiliente. Como afirma a Fundação Ellen MacArthur (EMF, 2012), esse modelo econômico industrial é intencionalmente “restaurador”, e fora projetado com a finalidade de retomar de forma circular o produto

de suas atividades. A economia circular organiza o uso dos materiais na economia em dois tipos de fluxos: os nutrientes biológicos, que devem ser reintegrados aos ciclos biogeoquímicos para formar um novo capital natural; e os nutrientes tecnológicos, que precisam ser desenvolvidos para permanecer em circulação por meio de sucessivos ciclos de uso, com alto valor agregado, evitando seu descarte na biosfera, especialmente em aterros (EMF, 2012).

Sob uma ótica macroeconômica, o que essa economia sugere é que os materiais sejam utilizados de modo a maximizar seu valor, diminuindo a quantia de resíduos gerados e lhes atribuindo um bom preço, simultaneamente aos benefícios ambientais. Em grande parte, isso é obtido pela formação de riqueza por meio de operações sustentadas não mais por meio da apropriação dos recursos naturais virgens, mas sim da recuperação dos recursos ditos “secundários”, originados da reciclagem dos resíduos (HOUSE OF COMMONS, 2014).

Portanto, se estabelece uma diferenciação entre “consumir” e “reutilizar” recursos, com o objetivo claro de substituir a extração de novas matérias-primas pela recuperação dos materiais resultantes das atividades econômicas. Na prática, essa estratégia é baseada no uso de fontes renováveis de energia, busca minimizar, monitorar e eliminar substâncias tóxicas, além de reduzir a emissão de resíduos por meio de uma abordagem cuidadosa já na fase de concepção dos produtos.

2.3. Metodologia

A extração do óleo de palma pode ser realizada através de diferentes tecnologias, possuindo escalas a nível industrial, semi-industrial e artesanal. A técnica artesanal consiste na utilização de equipamentos rudimentares, a exemplo do pilão de madeira (CYMERYYS *et al.*, 2005 *apud* HORA, J.A.S.F., 2023, p. 11).

O trabalho utilizou técnicas rudimentares para extrair os subprodutos do dendê, a partir do cozimento do fruto em água na panela de pressão. O dendê adquirido fora submetido a uma alta temperatura até a água atingir seu ponto de ebulição (100°C). Após aproximadamente 1 hora e 10 minutos, a polpa foi separada do caldo e colocada num pilão para a prensagem.

A partir desse processo, o bagaço do fruto tornou a ser retirado e o óleo restante armazenado para fins gastronômicos, como para produzir azeite de dendê. Dessa

forma, o bagaço foi lavado com a finalidade de eliminar completamente a polpa do fruto.

Como menciona FERREIRA W., BOTELHO E VILAR (1998), todos os subprodutos da agroindústria do dendê apresentam nutrientes ricos em nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), que são elementos importantes para a nutrição das plantas, pois ajudam no crescimento, na formação de flores e frutos e, principalmente, na sua resistência.

Por consequência, a maioria dos subprodutos originados da extração do óleo de dendê vêm sendo utilizados para a adubação orgânica de dendezeiros pelos agricultores, porém quando aplicados em culturas de ciclo curto ou culturas anuais, ou seja, culturas de curta ou média duração, como soja e milho, os cachos e as fibras devem ser colocados cerca de dois meses antes do plantio para os nutrientes serem liberados.

O solo foi preparado através da compostagem em uma caixa organizadora e posteriormente aplicado para uso no cultivo da hortaliça *Allium fistulosum* conhecida popularmente como cebolinha comum. O nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são os macronutrientes essenciais para o cultivo da cebolinha (MARSCHNER, 2012 *apud* TEJO *et al.*, 2019, p.5).

Conforme SOBREIRA FILHO (2013), a compostagem é o processo biológico de transformação de materiais grosseiros como resto de vegetais, palha e estrume, em materiais orgânicos chamados de composto. Após o processo de fermentação que dura em torno de 90 a 120 dias e com o adubo orgânico já no estágio de maturação, o composto passa a ter a denominação de húmus. Húmus é o resultado de uma massa escura de um material orgânico relativamente estável e pronto para ser utilizado como adubo. Esse material deve ser regado regularmente de dois em dois dias, para facilitar o processo de decomposição, cura e humificação do composto.

De acordo com AQUINO (2009), o biofertilizante, também conhecido como chorume orgânico ou húmus líquido, é um subproduto nutritivo da decomposição de matéria orgânica. Para coletá-lo, a caixa organizadora da composteira deve se encontrar inclinada, direcionando o líquido para uma canaleta com tela protetora. O biofertilizante é então recolhido em um recipiente, que precisa ser esvaziado semanalmente ou de acordo com a frequência de irrigação. Pode ser armazenado em garrafas PET e é excelente para a produção de mudas, hortas e pomares.

Segundo TRANI *et al.*, (2013), a aplicação de fertilizantes orgânicos pode ser realizada de diversas maneiras, adaptando-se à hortaliça que será cultivada. É possível distribuí-los por toda a área de plantio, diretamente no sulco onde as sementes ou mudas serão colocadas, ou até mesmo na cova individual, dependendo da necessidade específica de cada espécie.

Para proteger sementes e mudas, o fertilizante orgânico deve ser aplicado cerca de 30 dias antes do plantio das hortaliças. Essa antecedência é crucial para evitar a "queima" das plantas jovens, garantindo um desenvolvimento saudável desde o início.

Além de ser uma fonte de nutrientes (N, P, K etc.), a adição de matéria orgânica do composto melhora a estrutura física do solo, proporcionando aos solos arenosos maior retenção de água e de nutrientes, enquanto nos solos argilosos aumenta a porosidade, melhorando a sua aeração. Aumenta também a população de microrganismos benéficos, como bactérias e fungos, que disponibilizam os nutrientes minerais do solo para as plantas (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A relação carbono/nitrogênio (C/N) de um determinado resíduo orgânico tem influência direta sobre atividade microbiana e sobre os grupos que vão predominar em sua decomposição resultando em maior ou menor tempo de completa decomposição (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE 2011). Não se deve usar o composto imaturo na adubação das plantas, pois ao ser adicionado ao solo, continua o processo de decomposição bioquímica, que pode afetar negativamente as plantas. Se for necessário utilizar o composto imaturo deve-se adicioná-lo e misturá-lo à terra úmida, 60 dias antes do plantio (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Deve-se ter atenção para formar misturas que resultem em um pH médio entre 5,0 a 7,0 que é plenamente satisfatório à atividade microbiana (EPSTEIN, 1997 *apud* CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE 2011).

Com o estágio de maturação atingido, o composto orgânico passa a ser húmus e nesta etapa ele pode ser incorporado à terra vegetal para fazer o plantio da hortaliça *Allium fistulosum*, conhecida como cebolinha.

A cebolinha *Allium fistulosum* é uma espécie pertencente à família das *Aliáceas* e nativa do Oriente ou da Sibéria. É bastante cultivada por pequenos agricultores em todas as regiões brasileiras (FILGUEIRA, 1982; MAKISHIMA, 1993 *apud* TEJO *et al.*, 2019). A implantação da cultura pode ser realizada através de dois métodos: diretamente no canteiro utilizando partes vegetativas, nesse processo, são utilizadas

partes das plantas, como ramos, brotos, raízes, bulbos e até o próprio fruto inteiro para a propagação das hortaliças; ou indiretamente com sementes cultivadas em sementeiras, que é um minicanteiro especialmente preparado para a semeadura das hortaliças que serão transferidas por transplante. Atualmente, são utilizados como sementeira vários tipos de materiais como: bandeirão de isopor, de zinco e de plástico (SOBREIRA FILHO, 2013; HENZ; ALCÂNTARA *et al.*, 2009).

É aconselhado que o cultivo da hortaliça se dê em regiões de temperaturas de até 25°C, sendo estas consideradas de clima temperado. Tendo essa faixa de temperatura em vista, o plantio deve ocorrer em períodos de outono e/ou inverno. Nas regiões Sul e Sudeste o plantio pode se suceder ao longo do ano todo; já no Norte e Nordeste, onde as temperaturas são mais elevadas, o cultivo é aconselhado entre os meses de abril e outubro, março e julho. No Centro-Oeste, a recomendação é entre abril e agosto (GONDIM, 2010 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

Quanto ao espaçamento adotado no cultivo da cebolinha, o recomendado é de 15 ou 20 cm entre fileiras. Entre as mudas, as medidas adotadas são de 10, 15 ou 30 cm, o que facilita o manejo e evita competição entre as plantas e disseminação de pragas (SOBREIRA FILHO, 2013; VAZ; JORGE, 2007 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

A germinação da semente deve ser verificada no intervalo de 7 a 15 dias após a semeadura, o transplante das mudas para o canteiro deve ocorrer entre 30 a 40 dias após a semeadura, momento em que as plantas atingem, aproximadamente, 15 cm de altura (BOTELHO, 1987; SOBREIRA, 2012 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

Para a rega, a água deve ser limpa e de boa qualidade, sendo feita diariamente (MAKISHIMA, 1993; VAZ; JORGE, 2007 *apud* TEJO *et al.*, 2019). As chuvas são outro fator diretamente relacionado ao rendimento da cultura da cebolinha. Em excesso, podem provocar maior incidência de doenças foliares e de raízes. A umidade relativa elevada também provoca danos nas folhas, o que pode comprometer o cultivo e encarecer o custo de produção (RESENDE; COSTA; SOUZA, 2016 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

O solo adequado para a cultura é de textura média e com teores adequados de matéria orgânica, livres de camadas compactadas e com boa drenagem. Nesse aspecto, o preparo do solo é indispensável (RESENDE; COSTA; SOUZA, 2016 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

Conforme MENDES *et al.* (2008), a cebola é uma cultura sensível à acidez do solo, desenvolvendo-se melhor em solos com pH de 6,0 a 6,5. Em solos ácidos, a

utilização da calagem é essencial para promover a neutralização do alumínio trocável (que é um elemento tóxico às plantas) e aumentar a disponibilidade de fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio. É necessário a aplicação de calcário até mesmo em solos que não demonstram acidez, mas que tenham baixos teores de cálcio e magnésio, com a correção desses nutrientes o solo passa a ter maior produtividade e melhora a qualidade de bulbos.

Além disso, o calcário deve ser aplicado como fertilizante e incorporado ao solo por meio de gradagem, com antecedência mínima de 30 dias do plantio. Deve-se lembrar que a reação do calcário no solo, neutralizando sua acidez, só se processa na presença de umidade, e será mais lenta quanto mais grosseira for a granulometria de suas partículas. Na escolha do calcário, deve-se dar preferência ao calcário dolomítico, porque, além do cálcio, possui, também, teores de magnésio, mantendo em equilíbrio a relação Ca: Mg no solo.

Os nutrientes da cebolinha compõem o nitrogênio (N) que participa da estrutura celular e ligado diretamente ao processo fotossintético. O potássio (K) está presente na síntese de proteínas e é responsável por controlar o pH. Já o fósforo (P) participa da fixação simbiótica de N e armazenamento de energia (MENDES *et al.*, 2008 *apud* TEJO *et al.*, 2019). Tendo em vista que os resíduos do dendê liberam os nutrientes necessários para o cultivo da cebolinha, a escolha da hortaliça se deu em razão disso.

A deficiência desses nutrientes apresenta características visíveis na cebolinha, como retardamento no ritmo de crescimento; as folhas mais velhas adquirem uma coloração verde-amarela chegando a palha-clara na ponta destas e as folhas mais novas apresentam nanismo (MENDES *et al.*, 2008 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

A falta de potássio causa necrose nas extremidades das folhas mais velhas indo de uma coloração palha-clara para uma tonalidade escura. Além de facilitar o ataque de pragas e fungos (BELFORT; HAAG, 1983 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

Os distúrbios causados pela careza de fósforo ocasionam um tom amarelado em folhas mais velhas e seca-as facilmente, enquanto as folhas intermediárias e novas adquirem cor verde-escura (RESENDE; COSTA; YURI, 2015 *apud* TEJO *et al.*, 2019).

O monitoramento do composto foi feito diariamente durante os três meses necessários para a liberação de nutrientes no solo. Durante esse período, houve o controle da umidade e do potencial hidrogeniônico (pH) por meio de um medidor de pH digital. A partir do mês de agosto, criou-se um grupo de controle com as mudas

pré-brotadas da cebolinha, com o propósito de avaliar e comparar o desenvolvimento das mudas em um solo vegetal com o adubo e outro sem. De acordo com ALVES (1999), a colheita da cebolinha pode ser feita de 80 a 100 dias após o plantio, e pode ser realizada cortando-se as folhas rente ao solo ou arrancando-se toda a planta.

2.4. Produção do adubo orgânico

A coleta dos frutos de dendê foi realizada no dia 22 de abril de 2025 na cidade de Santa Maria da Serra, numa chácara situada no condomínio Tamanduá. O dendezeiro, do qual foram colhidos os frutos, apresentava, aproximadamente, 15 metros de altura (figura 1). Após a coleta, iniciou-se a extração do óleo de palma.

Figura 1 - Dendezeiro



Fonte: Autor

A primeira etapa consistiu na separação dos frutos a fim de selecionar os quais atingiram o ponto de maturação e apresentavam maior qualidade (figura 2).

Figura 2 - Frutos de dendê selecionados



Fonte: Autor

Para a pesagem, foi utilizada uma balança digital (capacidade máx. 10kg) sendo 131 dendês selecionados ao todo, pesando aproximadamente 3kg (figura 3).

Figura 3 - Pesagem dos frutos



Fonte: Autor

Os frutos foram lavados com água e dispostos em duas panelas de pressão para dar-se início ao processo de cozimento do dendê (figura 4).

Figura 4 - Adição de água aos frutos para o cozimento



Fonte: Autor

A primeira panela ficou em fogo alto por 25 minutos até atingir a fervura e 10 minutos até pegar pressão; ao todo foram 35 minutos de cozimento. A segunda panela ficou por 10 minutos no fogo até atingir fervura e 5 minutos até pegar pressão (total de 15 minutos). Após 20 minutos de espera, retirou-se as duas panelas (figura 5). Ao todo o processo de cozimento durou 1h06min.

Figura 5 - Frutos pós cozimento



Fonte: Autor

Neste meio tempo de cozimento, foi utilizado um pilão de madeira para a quebra do cascalho em pedaços menores para colocar futuramente na montagem da composteira com os outros materiais (figura 6).

Figura 6 - Quebra do cascalho



Fonte: Autor

Após o tempo de espera do cozimento, os frutos foram despejados da panela de pressão em uma bacia transparente para esfriar parcialmente antes da prensagem (figura 7).

Figura 7 - Separação dos frutos da água do cozimento



Fonte: Autor

Depois de reunir eles na bacia, os frutos foram colocados no pilão para serem amassados até que a polpa se desgrudasse do caroço (figura 8).

Figura 8 - Pilagem dos frutos de dendê



Fonte: Autor

Aos poucos, os frutos foram sendo moídos e transferidos para a bacia, separando-os para os próximos passos (figura 9).

Figura 9 - Frutos retirados do pilão para lavagem



Fonte: Autor

A bacia com a polpa e caroço foi preenchida com água até a completa imersão do material, começando o processo de lavagem (figura 10).

Figura 10 - Lavagem das fibras



Fonte: Autor

Em seguida, as fibras foram totalmente separadas do caroço e deixadas na bacia (figura 11).

Figura 11 - Separação das fibras do caroço



Fonte: Autor

Fez-se o peneiramento para retirar os restos de resíduos sólidos do líquido da bacia, deixados para serem usados posteriormente (figura 12).

Figura 12 - Separação das fibras do líquido



Fonte: Autor

Em seguida, foi realizada a separação dos resíduos sólidos do resíduo líquido, sendo feita a coleta do óleo suspenso (figura 13).

Figura 13 - Separação do óleo suspenso



Fonte: Autor

Após a coleta, o resíduo da água foi encaminhado para fervura (figura 14).

Figura 14 - Fervura do óleo coletado



Fonte: Autor

Despejou-se o óleo e os resíduos resultantes do processo em quatro garrafas diferentes para armazenamento (figura 15).

Figura 15 - Armazenamento de resíduos do processamento do dendê



Fonte: Autor

A última etapa consistiu na preparação da composteira plástica, a qual, segundo VASCONCELOS (2021), demonstra-se como uma opção economicamente viável e sustentável, sendo constituída por um recipiente fechado que minimiza a exalação de possíveis odores.

Com o auxílio de uma faca quente, foi feita a perfuração de orifícios na tampa da composteira para facilitar a aeração natural e um furo na base para o posicionamento de 20 cm de um cano de mangueira e seu posterior telamento (figura 16). Esse sistema foi implementado a fim de servir o percolado proveniente da decomposição dos resíduos.

Figura 16 - Acoplamento da mangueira e tule no adaptador de PVC



Fonte: Autor

A primeira etapa para construção da composteira foi a primeira camada de cascalho (figura 17).

Figura 17 - Primeira camada: cascalho



Fonte: Autor

Sobre o cascalho, foi depositada uma camada de areia para aeração do local (Figura 18).

Figura 18 - Segunda camada: areia



Fonte: Autor

Em seguida, adicionou-se uma camada de folhas e grama secas para ajudar na decomposição dos outros materiais (Figura 19).

Figura 19 - Terceira camada: folha e grama secas



Fonte: Autor

A penúltima camada foi preenchida pelo bagaço de dendê, disposto como a principal matéria orgânica da composteira, sendo o componente que passará pelo processo de decomposição para a geração do adubo (figura 20).

Figura 20 - Quarta camada: bagaço do dendê



Fonte: Autor

Por fim, cobriu-se todo o resto com uma camada de folhas secas e gramas, preenchendo metade da composteira (figura 21).

Figura 21 - Quinta camada: grama seca



Fonte: Autor

O recipiente foi fechado e colocado em um local sem incidência solar direta sustentada por um suporte de madeira em uma mesa baixa.

A partir da primeira semana de maio, iniciou-se o monitoramento da composteira com o auxílio de um medidor de potencial hidrogeniônico digital (pHmetro), verificando a acidez ou alcalinidade do solo, umidade e luminosidade.

Nas primeiras semanas, o composto foi revolvido 1 a 2 vezes por semana, apresentando temperatura média na faixa dos 20°C, um pH entre 5,0 e 7,0 e baixa umidade, sendo necessário umedecê-lo com o auxílio de um borrifador. Durante o mês de maio, o composto não apresentou oscilações significativas nos parâmetros estabelecidos. Porém, verificou-se a presença de moscas após o período de quatro semanas. O material foi então revolvido, de modo a afastar esses vetores.

Em junho, introduziu-se na composteira uma camada de terra vegetal com esterco animal (figura 22), sendo um dos meios de fermentação fundamentais para a multiplicação e disseminação dos microrganismos pelo composto orgânico. Esses meios agilizam o processo de compostagem (SOUZA *et al.*, 2001).

Figura 22 - Adição da primeira camada: esterco bovino



Fonte: Autor

Inseriu-se, também, minhocas do tipo californianas (*Eisenia fétida*) para aumentar o fluxo de decomposição dos materiais (figura 23).

Figura 23 - adição da segunda camada: minhocas californianas



Fonte: Autor

Após a inserção das minhocas, foi colocado mais uma camada de esterco para cobri-las totalmente (figura 24).

Figura 24 - Adição da terceira camada: esterco bovino



Fonte: Autor

Por cima da camada vegetal, foi colocada uma camada de serragem (1cm) para absorver a extrema umidade do composto (figura 25).

Figura 25 - Adição de serragem



Fonte: Autor

A deposição da serragem "*in natura*" pode provocar problemas nas culturas agrícolas e florestais. A presença de extrativos diversos nesse material pode atingir níveis tóxicos para as plantas (FERREIRA C. *et. al* 2005). Devido a isso, adicionou-se somente 1 centímetro de serragem na composteira, para evitar o acúmulo de insetos

(figura 26). Observou-se, a partir desses acréscimos ao composto, uma redução no pH e maior retenção de umidade.

Figura 26 - Camadas da composteira



Fonte: Autor

A composteira foi monitorada durante o período de três meses (maio, junho e julho) mantida em local doméstico com pouca luminosidade para não prejudicar o processo de decomposição. Verificou-se diariamente suas condições de temperatura, umidade e acidez ou alcalinidade.

Durante o mês de julho, o adubo não sofreu oscilações significativas de seus parâmetros. A temperatura manteve-se em média na faixa dos 20°C aos 26°C enquanto os níveis de pH alternaram de 6,0 a 6,5, o que demonstrou leve acidez. O composto foi revolvido semanalmente a fim de evitar vetores e acelerar o processo de decomposição. Quanto à umidade, os níveis mantiveram-se estáveis para prover um ambiente favorável às minhocas californianas.

Observou-se que o adubo sofreu uma redução de seu volume desde o início das medições em razão da decomposição (figura 27), além de sua coloração marrom claro ter dado lugar à uma coloração de composto marrom forte (figura 28). Dessa forma, indicando fertilidade do material. Foi averiguado um odor forte do composto nas semanas finais de julho, devido ao processo de fermentação.

Figura 27 - Volume no mês de junho



Fonte: Autor

Figura 28 - Coloração e volume no mês de julho



Fonte: Autor

Para afastar os vetores, a tampa da composteira plástica foi coberta por um pano fino e a caixa foi envolvida com plástico transparente sem atrapalhar a passagem do ar. Ademais, a composteira foi higienizada com um pano úmido em torno de dois dias na semana. Em virtude disso, verificou-se uma diminuição das moscas. Por fim, não houve produção de húmus líquido durante o processo.

Após o período de três meses, a etapa seguinte consistiu na preparação de uma horta adaptada em metade de um tambor plástico azul de 220 litros (figura 29).

Figura 29 - Tambor plástico azul de 220 litros



Fonte: Autor

Nele, uma tábua de madeira foi utilizada para delimitar os lados de controle. Manualmente, a tábua foi serrada em 42 cm de comprimento, 48 cm de largura e 60 cm de profundidade para encaixar no tambor (figura 30).

Figura 30 - Tábua de madeira



Fonte: Autor

Foram colocadas pedras britas no fundo do tambor para drenagem da água da horta (figura 31).

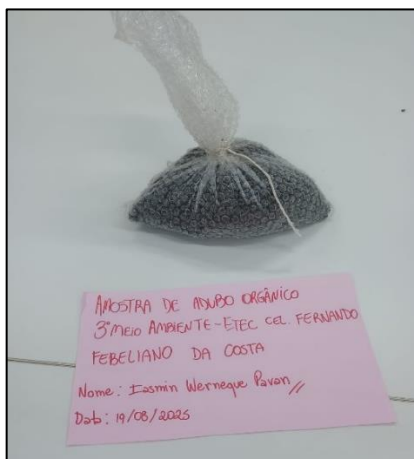
Figura 31 - Pedra brita no fundo



Fonte: Autor

A fim de analisar a quantidade de NPK no adubo, uma amostra de 400g foi separada em um saquinho fechado (figura 32).

Figura 32 - Amostra para análise



Fonte: Autor

Para fins de comparação, preparou-se no lado esquerdo do tambor a terra vegetal misturada com o adubo enquanto no lado direito utilizou-se somente a terra vegetal (figura 33).

Figura 33 - Separação dos solos com e sem adubo



Fonte: Autor

Constou-se 15 cm de profundidade de solo (figura 34). Dessa forma, foi mantido um controle do desenvolvimento das mudas de cebolinha, variedade “todo ano”, em cada composto.

Figura 34 - Medição da profundidade do solo



Fonte: Autor

Por fim, após o preparo dos dois solos de controle, plantou-se nove mudas de cebolinha para cada lado da horta (figura 35).

Figura 35 - Horta com as cebolinhas plantadas



Fonte: Autor

Em seguida, o tambor foi coberto com uma tela de proteção para evitar contato com a vegetação (figura 36).

Figura 36 - Horta com a tela de proteção



Fonte: Autor

O controle foi feito diariamente, sendo mantido um intervalo de três dias na semana para regar devido à retenção de umidade do solo que se manteve alta durante o inverno.

Para a rega, utilizou-se, em média, dois litros de água em cada lado de controle. Em função da baixa incidência solar no início do processo, o tambor precisou ser realocado para um local com maior luminosidade a fim de contribuir para o desenvolvimento rápido e eficaz das mudas.

3. RESULTADOS

A qualidade de um adubo orgânico pode ser avaliada pela presença de macro e micronutrientes em sua composição, sendo que o excesso ou a escassez de nutrientes pode afetar negativamente o desenvolvimento de hortaliças. Apesar de muito importante para o meio da horticultura, há poucas informações na literatura a despeito da nutrição mineral das cebolinhas (BELFORT C.C.; BRANDÃO, J.W.M.; 1982 apud BELFORT, C.C; HAAG, H.P.; 1983).

Em função disso, obteve-se, por meio de uma análise laboratorial (figura 37), a caracterização nutricional do adubo produzido a fim de comparar os seus teores com os valores de referência para a nutrição de hortaliças no geral.

Figura 37 - Análise do material orgânico

Descrição da Amostra		ADUBO ORGÂNICO SÓLIDO	
Nº Amostra		492	
Parâmetro	Unidade	BASE ÚMIDA	BASE SECA (65 °C)
Matéria Orgânica Total	%	7,67	11,45
Nitrogênio (N) Total	%	0,33	0,5
Fósforo (P ₂ O ₅) Total	%	0,15	0,22
Potássio (K ₂ O) Total	%	0,12	0,18
Cálcio (Ca) Total	%	0,37	0,55
Magnésio (Mg) Total	%	0,09	0,13
Enxofre (S-SO ₄) Total	%	0,09	0,13
Relação C/N	-	13	-

Fonte: Laboratório de solos (ESALQ – USP)

A partir dos dados obtidos, verificou-se valores nutricionais muito baixos para as concentrações de macronutrientes quando comparados aos níveis adequados para o desenvolvimento pleno de hortaliças.

Como mostra EPSTEIN (1975) *apud* FAQUIN (2005), a quantidade média ideal para os macronutrientes na matéria seca em hortaliças seria para N: 1,5%; P: 0,2%; K: 1,0%; Ca: 0,5%; Mg: 0,2% e S: 0,1%. Dessa forma, os resultados indicam que o Cálcio, Magnésio e Enxofre apresentam quantidades suficientes, entretanto, o Nitrogênio, Fósforo e Potássio apresentam carência de nutrientes e, portanto, por serem os elementos essenciais para o desenvolvimento e nutrição das plantas, seria necessário realizar o manejo do solo para repor esses minerais.

Além disso, a concentração de matéria orgânica também se mostrou baixa seguindo padrões de referência de AMARO (2022), considerando que o teor

necessário é de 31% e o adubo em questão apresentou somente 11,45% na base seca.

Por fim, a relação carbono/nitrogênio (C/N) – que indica a predominância de atividade microbiana no composto – verificada na tabela é de 13. Considerando que quanto maior a relação C/N de um composto, maior é o tempo de decomposição desse material e que valores entre 30 e 40 são considerados adequados para a compostagem (INÁCIO; MILLER, 2009); o adubo em questão possui uma relação C/N baixa, dessa forma, não atende as condições de desenvolvimento satisfatórias para um composto equilibrado.

Acompanhou-se o crescimento das mudas durante o período de três meses entre setembro e novembro. No primeiro mês (figura 38), observou-se um crescimento de 15 cm em média das cebolinhas no lado adubado, enquanto as cebolinhas não adubadas cresceram, em média, 19 cm. Houve também a estabilização dos caules das mudas, não ocorrendo diferenças significativas em seus desenvolvimentos (figura 39).

Figura 38 - Desenvolvimento das cebolinhas em ambos os lados (setembro)



Fonte: Autor

Figura 39 – Diferença do caule das cebolinhas



Fonte: Autor

Em ambos os lados de controle, o pH do solo permaneceu em uma faixa entre 3,5 a 5,0, o que conferiu acidez ao solo. Ademais, observou-se uma alta capacidade de retenção da umidade no solo, o que confere uma boa dissolução de nutrientes disponíveis para as raízes das plantas.

Dentre os fatores que influenciaram no desenvolvimento das mudas num primeiro momento, destaca-se a insuficiência de luz solar direta, o que prejudicou o processo de fotossíntese da cebolinha, sendo perceptível a olho nu caules esbranquiçados durante o período sem realocar a horta adaptada (figura 40). Sendo assim, observou-se, num primeiro momento, que não houveram mudanças significativas entre os lados.

Figura 40 - Antes e depois das cebolinhas (antes da realocação)



Fonte: Autor

Após a realocação da horta para um local com luz solar direta, os caules das cebolinhas com adubo passaram a adquirir uma coloração verde-claro (figura 41), já

as sem adubo não tiveram desenvolvimento, mantendo-se finas e sem alteração no caule (figura 42).

Figura 41 - Caule da cebolinha com adubo



Fonte: Autor

Figura 42 - Caule da cebolinha sem adubo



Fonte: Autor

As mudas também atingiram uma altura de, em média, 26 a 30 cm. Esse crescimento se deu, em parte, durante o período de chuvas ocorrido entre outubro e novembro (figura 43), já as sem adubo não apresentaram crescimento (figura 44).

Figura 43 - Altura das cebolinhas com adubo



Fonte: Autor

Figura 44 - Altura das cebolinhas sem adubo



Fonte: Autor

Ao comparar os lados de controle, observou-se uma maturação das cebolinhas do lado adubado, enquanto no lado não adubado houve uma perda de 1/3 das mudas,

as quais murcharam e não cresceram. Ao comparar os três meses de monitoramento, em setembro as mudas permaneceram iguais nos dois lados de controle (figura 45).

Figura 45 - Monitoramento/setembro



Fonte: Autor

No mês de outubro, as mudas apresentaram um pequeno crescimento em relação ao mês anterior. Observou-se que as mudas do lado sem adubo estavam 3 cm maiores que as do lado adubado (figura 46).

Figura 46 - Monitoramento/outubro



Fonte: Autor

Em novembro, as cebolinhas que receberam adubação apresentaram desenvolvimento significativamente mais rápidos e maior crescimento (altura) em comparação com aquelas que não foram adubadas, isso se deu a realocação da horta (figura 47).

Figura 47 - Monitoramento/novembro



Fonte: Autor

4. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo apoiam parcialmente a hipótese de que o adubo feito a partir dos resíduos sólidos do dendê é viável para a nutrição de hortaliças, como a cebolinha-verde (*Allium fistulosum*).

É importante ressaltar que esta pesquisa apresentou limitações, tais como a quantidade reduzida de frutos de dendê coletados e as restrições impostas pelas condições do local onde as mudas foram plantadas. Isso se deve, pois, a princípio, o local escolhido para comportar a horta adaptada obteve pouca incidência solar, o que prejudicou, num primeiro momento, o processo fotossintetizante das cebolinhas. Consequentemente, verificou-se uma maturação gradual das mudas.

Através da análise laboratorial, verificou-se uma baixa disponibilidade de macro e micronutrientes essenciais – como Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) – considerados ideais para o pleno desenvolvimento e a produtividade dessas culturas. No entanto, os resultados verificados após o período de três meses, no qual se deu o controle das mudas, demonstraram-se favoráveis quanto ao seu processo de maturação.

Observou-se, dentro do período de um mês e duas semanas que, após a realocação da horta adaptada para um local com maior incidência solar, houve um crescimento significativo das mudas de cebolinha. Ademais, outro fator vantajoso foi a maior incidência de chuvas durante os meses de outubro e novembro.

Tendo em vista que, apesar das limitações nutricionais, as mudas de cebolinha-verde atingiram resultados favoráveis quanto ao seu desenvolvimento; supõe-se que o adubo produzido é viável para o plantio de hortaliças, como a cebolinha-verde, pois confere melhores condições para o seu desenvolvimento pleno em comparação com solos não adubados. Todavia, recomenda-se para estudos futuros a reaplicação do experimento com outras variedades de hortaliças, além de uma investigação mais aprofundada sobre a nutrição mineral da cebolinha. Dessa forma, será possível atingir resultados cada vez mais precisos e abrangentes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Rogério Mauro Machado. **HORTA doméstica com cebolinha, alface, couve/repolho, coentro, pimentão e tomate**. Macapá: Embrapa Amapá, 1999. 8 p. Informação técnica. 1 Folder. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/350000/1/CPAFAP1999Hortadomestica.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2025.
- AMARO, Geovani Bernardo. Adubos e fertilizantes. Portal Embrapa, 18 fev. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/pre-producao/insumos/adubos-e-fertilizantes>. Acesso em: 20 set. 2025.
- AQUINO, Adriana Maria de. **Vermicompostagem**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/664309/1/CIT2909.pdf>. Acesso em 2 de junho de 2025.
- BELFORT, C.C.; HAAG, H.P. **Nutrição mineral de hortaliças: carência de macronutrientes em cebolinha (Allium schoenoprasum)**. 1983. Universidade Federal do Piauí, 1983. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aesalq/a/S7hGwQ8jcGBr4Jxx7MLyDSj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2025.
- BENDER, Alex. **Welcome to RSA Conference 2014!** RSA Conference Blog. Disponível em: <https://www.rsaconference.com/library/blog/welcome-to-rsa-conference-2014>. Acesso em: 23 de set. 2025.
- BORGES, A. de J.; COLLICCHIO, E.; CAMPOS, G. A. **A cultura da palma de óleo (*Elaeis guineenses* Jacq.) no Brasil e no mundo: aspectos agronômicos e tecnológicos – uma revisão**. 2016. Revista Liberato, [S.l.], v. 17, n. 27, p. 65-78, 2016. Disponível em: <http://www.revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/393>. Acesso em: 25 mar. 2025.
- CARLESSO, Wagner Manica; RIBEIRO, Rosecler; HOEHNE, Lucélia. **Tratamento de resíduos a partir de compostagem e vermicompostagem**. Revista Destaques Acadêmicos, ano 3, n. 4, CETEC/UNIVATES, 2011. Disponível em:

<https://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/131>. Acesso em: 04 jun. 2025.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Food and the Circular Economy: Deep Dive**. 2019. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/food-and-the-circular-economy-deep-dive>. Acesso em: 27 abr. 2025.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition**. Isle of Wight: EMF, 2012. Disponível em: [MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf](#). Acesso em: 19 ago. 2025

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. Disponível em: https://dcs.ufla.br/images/imagens_dcs/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

FERREIRA, C. A.; *et al.* **Módulo para Compostagem Rápida de Resíduos Orgânicos na Pequena Propriedade**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. Disponível em: [file:///C:/Users/Computador/Downloads/BPD21%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Computador/Downloads/BPD21%20(2).pdf). Acesso em: 30 mai. 2025.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S.M.; VILAR, R.R.L. **Composição química dos subprodutos da agroindústria do dendê**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 18p. (Embrapa-CPATU. Documentos,119). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/375519/1/CPATUDoc119.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2025

FINATTO, J. *et al.* **A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura**. Revista Destaques Acadêmicos, vol. 5, n. 4, p. 85-93, 2013. CETEC/UNIVATES. Disponível: <https://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/327/322>. Acesso em: 20 de mar. 2025

HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A de. *et al.* **Hortas: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2009. 237p. (Coleção 500 perguntas e 500 respostas). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/663403>. Acesso em: 25 abr. 2025.

HORA, J. A. S. F. **Caracterização dos resíduos provenientes da produção de óleo de palma “azeite de dendê” e sua destinação final no município de Valença/BA.** 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Ambientais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Serrinha, 2023. Disponível em: <https://ifbaiano.edu.br/portal/mestrado-ciencias-ambientais-serrinha/wp-content/uploads/sites/84/2024/08/Jose-Hora.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2025.

HOUSE OF COMMONS. **Growing a circular economy: Ending the throwaway society.** HC-214. Londres: House of Commons/ Environmental Audit Committee, 2014. Disponível em: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmselect/cmenvaud/214/214.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

INÁCIO, Caio de Teves; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/663578>. Acesso em: 22 set. 2025.

MELLO-PEIXOTO, Erika Cosendey Toledo.; GODOY, Carlos Vergilio Crozzatti de.; SILVA, Richard Mobiglia.; GALDINO, Maria José Quina.; CREMER, Edivaldo.; LOPES, Valdir. **Compostagem: Construção e Benefícios.** Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP. Congresso Paranaense de Agroecologia – Pinhais, 2014. Disponível em: <https://www2.unesp.br/Home/cgb/graduacao/abnt-atualizado-fev-2024-3.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2025.

MOTTER, O. F., KIEHL, E. J., KAWAI, H., MEDEL, L. E., YOSHIMOTO, H. **Utilização de minhocas na produção de composto orgânico.** São Paulo: CETESB, 8p. 1990. Disponível em: [https://www.academia.edu/30397335/Propriedades EI%C3%A9tricas De Substrato Usado Na Minhocultura](https://www.academia.edu/30397335/Propriedades_EI%C3%A9tricas_De_Substrato_Usado_Na_Minhocultura). Acesso em: 2 out. 2025.

MÜLLER, Antonio Agostinho. **A cultura do dendê. 1980. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido.** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1980. 24p. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 5). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/378092>. Acesso em: 19 mar. 2025.

NAHUM, João Santos; SANTOS, Cleison Bastos dos. **Impactos socioambientais da dendeicultura em comunidades tradicionais na Amazônia paraense.** ACTA

Geográfica, Boa Vista, edição especial Geografia Agrária, p. 63-80, 2013. Disponível em:

[file:///C:/Users/Computador/Downloads/admin,+04_ACTAGeoAgr%C3%A1ria_NAHU_M%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Computador/Downloads/admin,+04_ACTAGeoAgr%C3%A1ria_NAHU_M%20(2).pdf). Acesso em: 27 abr. 2025.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M. de; NETO, M. T. de C. **Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico**. Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica 76, dezembro, 2005. 6 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1022380>. Acesso em: 07 mai. 2025.

PAIXÃO, J.P.A. **Caracterização morfofisiológica, bioquímica e anatômica do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em função da disponibilidade hídrica e doses de silício**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia – FEIS) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/235326>. Acesso em: 22 mar. 2025.

RIBEIRO, Flávio de Miranda; KRUGLIANSKAS, Isak. **A economia circular no contexto europeu: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos**. In: Inovação e sustentabilidade: um desafio para enfrentar as mudanças climáticas e seus impactos planetários. Anais do Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA. São Paulo: FEA/USP, 2014. Disponível em: <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/473.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

RIBEIRO, Flávio de Miranda; SILVA, G. A. **Enfoque sobre produto: uma necessária mudança de paradigma para busca do desenvolvimento sustentável**. In: Global Conference: Building a Sustainable World, São Paulo. Global Conference: Building a Sustainable World, 2002.

SANTOS, Edna da Paixão. **Documentação do processo manual de fabricação do azeite-de-dendê em Cachoeira-BA**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Museologia) Centro de Artes, Humanidades e Letras - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, 2014. Disponível em: [file:///C:/Users/Hp/Downloads/Documentacao_Processo_Manual_TCC_2014%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/Documentacao_Processo_Manual_TCC_2014%20(5).pdf). Acesso em: 18 mar. 2025.

SILVA, Silvestre. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Editare, 2003.

SOBREIRA FILHO, Moacir Gomes. **Manual de plantio das hortaliças em horta doméstica, educativa e comunitária**. Recife – PE, 2013, 85 p. Acesso em: 25 abr. 2025.

TEJO, D.P.; FERNANDES, C.H do S.; SIMIONATO, M.E.; CAMARGO, G. de L.; LOPES, D.M.; KUTLAK, B.M.; VIDAL, T.C.M, COLOMBO, L.A. **Tratos culturais na cultura da cebolinha**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF, Garça-SP, Número 1, v. 35, junho 2019, 12 p. Disponível em: https://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Oj97ElgnbbVZmow_2019-6-19-14-14-3.pdf. Acesso em: 24 mar. 2025.

TRANI, P. E.; TERRA M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, Campinas (SP), 2013. Disponível em: file:///C:/Users/Hp/Downloads/ADUBACAO%20ORGANICA%20DE%20HORTALICA%20S%20FRUTIFERAS_250507_093438.pdf. Acesso em: 21 mai. 2025.

VASCONCELOS, O. L. S.; MARQUES, G. E. de C.; LORENA, R. B.; NOJOSA, E. C. **N. Métodos de compostagem doméstico de materiais orgânicos produzidos em ambiente urbano**. Brazilian Journal of Development, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 40341-40353, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28521> Acesso em: 3 jun. 2025.

VENTURIERI, Adriano *et al.* **Bases Técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da agricultura familiar**. 1ª edição. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/869365> Acesso em: 27 abr. 2025.