

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ETEC TRAJANO CAMARGO

Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química

Júlia Vitoriano de Oliveira

Paola Cristini Ribeiro de Souza

Willian do Amaral Mariano

**KEFEM BOKASHI: Estudo da Eficiência de Fertilizantes
Provenientes da Compostagem com Kefir e com Microrganismos
Eficientes**

Limeira – SP

2024

Júlia Vitoriano de Oliveira
Paola Cristini Ribeiro de Souza
Willian do Amaral Mariano

**KEFEM BOKASHI: Estudo da Eficiência de Fertilizantes
Provenientes da Compostagem com Kefir e com Microrganismos
Eficientes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da ETEC Trajano Camargo, orientado pela Prof. Dra. Gislaine Aparecida Barana Delbianco e coorientado pela Engenheira Prof. Enga. Margarete Galzerano Francescato, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Química.

**Limeira – SP
2024**

RESUMO

O método de compostagem Bokashi baseia-se na fermentação de alimentos em geral, realizada através de Microrganismos Eficientes, que podem ser comprados ou produzidos. O fermentado gera um líquido chamado de Chá de Bokashi, entretanto é considerado um biofertilizante pelo fato de possuir um alto índice nutricional, com consideráveis níveis de NPK (essencial para o crescimento das plantas). O método é, então, uma forma eficaz de minimizar os impactos ambientais e sociais do desperdício de alimento. O estudo é baseado na comparação da efetividade entre o biofertilizante gerado pelos Microrganismos Eficientes e o biofertilizante gerado pelos microrganismos formadores do Kefir que se proliferam em grande quantidade e são descartados. Foram utilizadas 2 composteiras (1- com E.M. e 2- com microrganismos de Kefir) e para os ensaios foram introduzidos alimentos não convencionais, utilizando restos alimentares em geral, incluído carnes, arroz, laticínios e leguminosas. Possibilitando a realização da fermentação de qualquer resto alimentar, diminuindo o desperdício e promovendo o reaproveitamento em forma de biofertilizante. Em avaliação visual é possível afirmar que a composteira 2 o resultado foi mais eficiente na fermentação, pois apresentou maior volume de biofertilizante. A produção do Chá de Bokashi com Kefir ficou mais ácida do que a produção com inoculante de E.M., porém o fato não afetou as plantações de hortaliças, que ainda não apresentaram diferenças no crescimento. Pode-se afirmar que há várias vantagens neste tipo de fertilização, as quais destacamos: pode ser realizada em espaços pequenos; a massa alimentar fermentada é um excelente alimento para uma caixa de vermicompostagem; apresenta resultados mais rápidos (2 a 6 semanas); há menos riscos de mau odor pois os resíduos são isolados do oxigênio e conseqüentemente não há risco de infestação por pragas indesejadas. Outros ensaios físico-químicos foram realizados, para quantificar e comparar as propriedades benéficas do biofertilizante, incluindo o ensaio de teor de carbono e de NPK, essa última realizada pelo laboratório especializado TECLAB, apresentaram resultados correspondentes com os dados comparativos do Chá de Bokashi, porém, não satisfazem todas as necessidades nutricionais da planta, precisando de uma complementação principalmente de nitrogênio e carbono.

Palavras-Chave: Biofertilizante; Inoculante; Fermentação.

ABSTRACT

The Bokashi composting method is based in the fermentation of food in general, carried out through the use of Efficient Microorganisms (EM), which may be purchased or produced at home. The fermented material generates a liquid known as Bokashi Tea, nonetheless it is considered a biofertilizer due to its high nutritional content, with considerable NPK levels (essential for plant growth). Therefore, the method is a solution to minimize the environmental and social impacts of food waste. This study compares the effectiveness of the Efficient Microorganisms (EM) biofertilizer and the one produced by the composing microorganisms of Kefir that proliferates in large amount and are often discarded. Two composters were used (1- with E.M. and 2- with Kefir microorganisms) and in the experiment non-conventional food was introduced, using food scraps in general, including meat, rice, dairy products and legumes. This approach allows the fermentation of any food waste, reducing waste and promoting its reuse in shape of biofertilizer. Visual evaluation indicates that the Kefir-based composter (composter 2) was more efficient in fermentation, producing a higher volume of biofertilizer. The Bokashi tea produced with Kefir was more acidic than the one produced with EM inoculant, but the fact did not affect vegetable growth, which showed no significant differences. Several advantages of this type of fertilization can be highlighted: it can be carried out in small places; the fermented food mass is an excellent food source for a vermiculture bin; it produces quicker results (2 to 6 weeks); there is a lower risk of unpleasant odors since the waste is isolated from oxygen, minimizing the risk of unwanted pest infestations. Additional physical-chemical tests were conducted to quantify and compare the beneficial properties of the biofertilizers, including carbon content and NPK, with results from the specialized laboratory TECLAB. These results correspond to those of the Bokashi Tea but do not fully meet the plant's nutritional needs, particularly in terms of nitrogen and carbon, requiring supplementation.

Key-Words: Biofertilizer; Inoculant; Fermentation.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre Bokashi e Compostagem	11
Quadro 2 - Níveis de nutrientes em um determinado chá de Bokashi	15
Quadro 3 - Microrganismos encontrados em grãos de Kefir.....	22
Quadro 4 - Concentrações típicas de nutrientes para o crescimento das plantas	23
Quadro 5 - Alimentos do Lixo Doméstico Utilizados	33
Quadro 6 - Comparação das Medições com pHgâmetro e Fita Universal	44
Quadro 7 - Amostras dos Fertilizantes após Calcinação	45
Quadro 8 - Análises de NPK no Chá de Bokashi de E.M.	46
Quadro 9 - Análises de NPK no Chá de Bokashi de Kefir	46
Quadro 10 - Comparação entre os Parâmetros e os Resultados (em mg/kg)	47
Quadro 11 - Comparação do Comprimento das Mudanças	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 Compostagem Bokashi.....	11
3.1.1 História do Método	12
3.1.2 Funcionamento	12
3.1.3 Biofertilizante “Chá de Bokashi”	14
3.1.3.1 Aplicação do Chá de Bokashi	16
3.1.4 Vantagens e Desvantagens.....	16
3.2 Microrganismos Eficazes (ME)	17
3.3 Kefir.....	19
3.3.1 História do Kefir	20
3.3.2 Propriedades Químicas e Microbiológicas do Kefir	20
3.4 Fertilizante e Plantas.....	23
3.4.1 Nutrientes Essenciais para o Crescimento das Plantas	23
3.4.2 Crescimento de Hortaliças	24
3.5 Legislação Referente ao Fertilizante Orgânico.....	25
3.6 Desperdício de Alimentos.....	27
3.6.1 Emissão de Gases do Efeito Estufa	29
3.6.2 Impactos Indiretos do Desperdício	30
3.6.3 Questão Social	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4.1 Produção do Sistema de Compostagem	32
4.2 Produção do Chá Bokashi.....	32
4.2.1 Inoculação por Microrganismos Eficientes.....	33
4.2.2 Inoculação por Kefir	34
4.3 Análise Físico-Química	35
4.3.1 Medição de pH.....	35
4.3.2 Medição da Condutividade.....	36
4.3.3 Teor de Carbono por Combustão com Análise Gravimétrica	37
4.3.4 Teor de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio)	38
4.4 Testes de Crescimento de Hortaliças.....	38

4.5 Descarte de Resíduos.....	39
5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	40
5.1 Produção do Sistema de Compostagem	40
5.2 Produção do Chá Bokashi.....	41
5.2.2 Inoculação por Kefir	42
5.3 Análise Físico-Química	43
5.3.1 Medição de pH.....	43
5.3.2 Medição da Condutividade.....	44
5.3.3 Teor de Carbono.....	44
5.3.4 Teor de NPK	46
5.4 Testes de Crescimento de Hortaliças.....	47
5.5 Descarte de Resíduos.....	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

De acordo com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), os resíduos orgânicos gerados em cidades tendem a se acumular em aterros e lixões da própria cidade e somente cerca de 1% de todos os resíduos coletados são reciclados ou aplicados a logística reversa, claramente, dependendo do material.

No âmbito mundial, expõe Benítez (2023), entre um quarto e um terço dos alimentos produzidos anualmente para o consumo humano se perde ou é desperdiçado. Isso equivale a cerca de 1,300 bilhões toneladas de alimentos, o que inclui 30% dos cereais, entre 40 e 50% das raízes, frutas, hortaliças e sementes oleaginosas, 20% da carne e produtos lácteos e 35% dos peixes. A FAO calcula que esses alimentos seriam suficientes para alimentar dois bilhões de pessoas.

Estima-se que entre 8% e 10% das emissões globais de gases de efeito estufa estão associadas a alimentos que não são consumidos. A responsabilidade pelo desperdício de alimentos nas mudanças climáticas é medida levando-se em conta todo o processo por trás de um determinado produto (PAÚL, 2021).

O método de compostagem Bokashi, originário do Japão em meados de 1980, o tem embasamento no uso de M.E. (Microrganismos eficazes) para fazer a fermentação dos restos de alimentos. Uma das principais vantagens desse método é que podemos adicionar gorduras, carne, ossos e todo o tipo de sobra na composteira hermética (MCDONALD, 2022).

De acordo com Legnaioli (2022), a compostagem com o método de Bokashi emite menos CO₂ pelo fato de ser realizada na ausência e oxigênio (anaeróbica) e também não emite CH₄ (gás metano).

O chá Bokashi é o líquido ácido que se acumula no fundo de uma composteira Bokashi ou no reservatório designado. Ele contém líquidos dos itens de compostagem (restos de alimentos, etc.) e micróbios Bokashi. O nível de pH e os micróbios amantes da acidez que ele contém são responsáveis pelos benefícios que ele proporciona (LEGNAIOLI, 2022).

De acordo com That Backyard (2023), o chá de Bokashi, além de ser utilizado como fertilizante, tem outras funções: limpeza de tubulações, assim eliminando o mal cheiro e desentupindo tubulações; melhorar o teor microbiano do solo; auxiliar a quebra de lixo séptico presente no sistema séptico.

O Kefir é outro fermento de domínio público que pode ser utilizado no preparo do Bokashi. É uma cultura mista de microrganismos, usada para produção de bebida láctea tradicional dos povos do Cáucaso e difundida para o restante do mundo a partir do século XX. O grande número de microrganismos presentes no Kefir, a diversidade de compostos bioativos e os vários benefícios associados ao seu consumo, fazem com que essa bebida seja considerada umprobiótico natural (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar e comparar os resultados da compostagem Bokashi fermentada com Kefir e da compostagem fermentada com os Microrganismos Eficientes.

2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar a fundo o funcionamento e os diferentes métodos de realizar a compostagem Bokashi;
- Analisar os aspectos físico-químicos do fertilizante produzido;
- Analisar a efetividade da compostagem Bokashi efetuada com Kefir;
- Possibilitar a compostagem de alimentos não recomendados nos métodos tradicionais;
- Analisar a viabilidade de implantar o método em larga escala, na ETEC Trajano Camargo e outros locais que geram restos orgânicos;
- Diminuir o desperdício de alimentos e promover seu reaproveitamento;
- Diminuir liberação de gases do efeito estufa nos aterros sanitários.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Compostagem Bokashi

O método de compostagem Bokashi, originário do Japão em meados de 1980, o método embasa o uso de ME ou EM (Microrganismos eficazes) para se fazer a fermentação dos alimentos, uma vantagem desse método é que podemos adicionar gorduras, carne, ossos e todo o tipo de sobra na composteira hermética (MCDONALD, 2022).

Os ME, são certos microrganismos que são encontrados na natureza, dentre eles estão, as bactérias lácticas, leveduras, fungos e bactérias fotossintéticas, em que todas trabalham em conjunto para melhorar a saúde do solo e das plantas. Abaixo o quadro de comparação (MCDONALD, 2022).

Quadro 1 - Comparação entre Bokashi e Compostagem

	Bokashi	Pilha de composto tradicional
Oxigênio?	Não, anaeróbio	Sim, aeróbico
Processo	Fermentação	Decomposição
Decompositores	Microrganismos eficazes	Bactérias, insetos, minhocas
Rendimento	Pré-composto	Composto
Matérias-primas	Farelo de Bokashi, resíduos de cozinha	Alguns resíduos de cozinha, restos de quintal
Hora de se decompor	4 a 6 semanas	Até 12 meses

Fonte: McDonald, 2022

A palavra Bokashi é uma palavra japonesa cujo o significado é “matéria orgânica fermentada”, a compostagem Bokashi é feita a partir de um recipiente hermético e no

mesmo é adicionado os vegetais, frutas e restos de comida em geral, em meio a esses resíduos orgânicos é adicionado o inoculante, que geralmente possuem farelo de trigo/serragem combinados com melaço e microrganismos efetivos (ME) (VANDERLINDEN, 2022).

De acordo com Vanderlinden (2022), afirma-se que os níveis de nutrientes no chá de Bokashi superam significativamente os de qualquer outra forma de compostagem, o que justifica a adoção desse método para o processo de compostagem de resíduos não convencionais.

3.1.1 História do Método

A produção de líquido fermentado não é nada recente, há estudos contemporâneos que provam que a produção de líquidos fermentados para a fertilização do solo é feita desde 1000 d.C., como visto em textos Indianos, onde eles mencionam *Kunapajala* e até *Kunapambu*, que significa, líquido imundo e sujeira fermentada. Bokashi também foi estudada por japoneses e coreanos a muito tempo, onde era visto que a fermentação fornecia uma maneira de acabar com restos de carne e laticínios que poderiam conter micróbios patogênicos (HOLMES, 2022).

De acordo com Holmes (2022) e Reed (2017), A técnica se tornou eficaz na década de 1980, quando o Dr. Teruo Higa, descobriu que os microrganismos já encontrados na natureza podiam fazer o processo de fermentação de resíduos orgânicos, assim originando esse método muito eficaz de erradicação de compostos orgânicos não convencionais.

Em 1980, segundo Holmes (2022), na Universidade de Ryukyus, de Okinawa, foi onde Dr. Higa descobriu que certos micróbios podem coexistir em culturas mistas, e que os benefícios individuais de cada micróbio podem ser potencializados quando feito a mistura com os demais micróbios compatíveis, assim tais combinações de microrganismos são eficazes quando introduzida em meio orgânico, posteriormente produzindo Bokashi.

3.1.2 Funcionamento

De acordo com Legnaioli (2022), a compostagem com o método de Bokashi emite menos CO₂ pelo fato de ser realizada na ausência e oxigênio (anaeróbica), ao

contrário da vermicompostagem, e, além disso, esse método não emite CH₄ (gás metano).

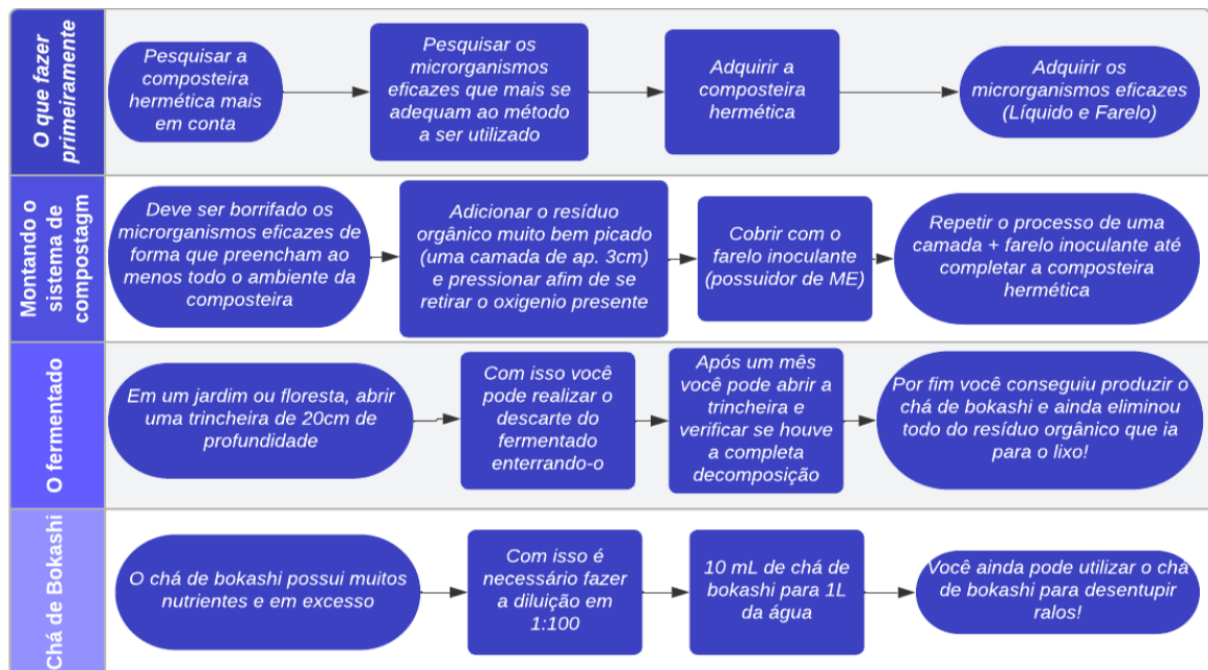
A diferença que diferencia o método Bokashi de outras formas de compostagem é que, além de ser anaeróbio (não requer oxigênio para que o processo de compostagem ocorra), é que o sistema Bokashi depende principalmente de um farelo inoculado, que é adicionado aos restos de cozinha na composteira (REED, 2017).

Partindo ao funcionamento, tudo começa com a composteira, onde é necessário que se tenha uma tampa hermética e uma torneira em sua parte inferior a fim de se retirar o chá de Bokashi. Com isso é necessário adicionar o farelo de Bokashi, onde estão presentes milhões de micróbios (ME), que conseguem realizar a fermentação do material orgânico. Segundo Legnaioli (2022), esses microrganismos convertem os carboidratos em ácido láctico por meio de um processo de fermentação láctica.

Por Kay (2012) é dito que o melão serve como ativador direto desses microrganismos, as bactérias lácticas, leveduras e bactérias fototróficas necessitam do melão para serem alimentadas e assim ativadas.

Com a adição dos resíduos orgânicos na composteira é necessário borrifar os ME (quando em solução líquida) ou adicionar o farelo de Bokashi, (a junção do farelo com os ME em solução aquosa potencializa a fermentação), logo acima do material orgânico, após isso apertar muito bem esses resíduos e adicionar uma camada de farelo, assim repetindo o processo até o limite da composteira. Abaixo a figura 1 para melhor compreensão (REED, 2017; LEGNAIOLI, 2022; KAY, 2012).

Figura 1: Fluxograma do método de compostagem Bokashi



Fonte: Os autores, 2023.

O mofo branco é um sinal de um processo saudável de Bokashi. Isso é o resultado de bactérias boas começando a habitar seu balde. Já o mofo preto ou azul é um sinal de que algo está errado. Provavelmente cheirá muito mal e, nessas circunstâncias, é recomendado retirar o conteúdo do balde e recomençar o processo de fermentação (REED, 2017).

3.1.3 Biofertilizante “Chá de Bokashi”

O chá de Bokashi é o produto da fermentação feita pelos microrganismos eficazes, o chá de Bokashi pode ser utilizado sem a adição de outras fontes de nutrientes externas, entretanto é necessário se atentar aos níveis de NaCl presentes no líquido. Segundo Pavlis (2021) é importante diluir o chá de Bokashi afim de que se não tenha altos níveis de cloreto de sódio, assim fazendo com que o chá não seja toxico para as plantas a serem irrigadas.

O chá Bokashi é o líquido ácido que se acumula no fundo de uma composteira bokashi ou no reservatório designado. Ele contém líquidos dos itens de compostagem (restos de alimentos, etc.) e micróbios bokashi. O nível de pH e os micróbios amantes da acidez que ele contém são responsáveis pelos benefícios que ele proporciona (LEGNAIOLI, 2022).

No quadro 2 é possível ver uma comparação dos níveis de nutrientes presentes no Chá de Bokashi concentrado, diluído e o fertilizante sintético. Notamos que os níveis de P e K estão aceitáveis, entretanto, o fundamental N (Nitrogênio) está muito baixo. Isso faz com que as plantas cresçam mais lentamente, sendo necessário repor esse índice de N. A adição de nitrogênio só seria necessária se o chá de Bokashi fosse utilizado como fertilizante principal para as suas plantas (PAVLIS, 2021).

Quadro 2 - Níveis de nutrientes em um determinado chá de Bokashi

Níveis de nutrientes (macronutrientes em mg/l, resto em ug/l)			
	Chá Bokashi (concentrado)	Chá Bokashi (diluído)	Fertilizante MSU (diluído)
Nitrogênio, total	295	6	68
Fósforo	960	19	7
Potássio	4300	86	62
Cálcio	2500	50	42
Magnésio	370	7	10
Ferro	2700	54	880
Manganês	920	18	420
Zinco	3000	60	200
Cobre	<200	<4	200
Boro	1700	34	50
Molibdênio	<200	<4	50

Fonte: Pavlis, 2021

A diluição do chá de Bokashi é extremamente importante, onde deve ser diluído em 100:1 (água e suco) por ser muito ácido, como cita TheBackyard (2023).

O Chá Bokashi deve ser diluído na proporção de 100:1 (água:suco) para tornar o nível de ácido seguro para as plantas. Mesmo quando diluído, você deve evitar adicioná-lo a plantas jovens e tenras ou sua folhagem. Em vez

disso, adicione suco de bokashi diluído ao solo ao redor das plantas (THEBACKYARD, 2023).

Os níveis nutricionais do chá de Bokashi são demasiadamente variados, não dependendo somente do material quebrado na fermentação, mas também sobre a eficácia dos micróbios que ali prosperam.

3.1.3.1 Aplicação do Chá de Bokashi

De acordo com That Backyard (2023), O chá de Bokashi além de ser utilizado como preparador de solo/fertilizante tem outras funções, ele pode ser usado para auxiliar a quebra de lixo séptico presente no sistema séptico de sua casa, pode ser utilizado para a limpeza de tubulações, despejando-o em ralos, o nível de acidez junto aos micróbios trabalha juntos para quebrar a gordura, cabelo entre outros tipos de resíduos encontrados no ralo, assim eliminado o mal cheiro e desentupindo tubulações. Pode também ser utilizado para melhorar o teor microbiano do solo, os micróbios conseguem “desbloquear” as vitaminas e minerais no solo, assim as plantas conseguem acessar essas vitaminas e conseguem ficar mais saudáveis.

Muitos solos possuem nutrientes que estão "trancados" no solo. Simplificando, isso significa apenas que eles estão em uma forma que é inacessível às plantas. Os micróbios formam uma relação simbiótica com as raízes das plantas e fornecem-lhes os nutrientes necessários (THEBACKYARD, 2023).

3.1.4 Vantagens e Desvantagens

Esse método, assim como todos os outros mais conhecidos de compostagem, apresenta algumas vantagens e desvantagens, que podem influenciar diretamente na hora de realizar o processo e nos resultados esperados com o mesmo. Dentre as principais vantagens conceituadas por Vanderinden (2022) e McDonald (2022), estão:

- Possibilita a utilização de restos de laticínios e carnes que não são incorporados em outras formas de compostagem por conta das adversidades que causam;
- Pode ser feita em um espaço relativamente pequeno, pois não requer a presença de oxigênio, que ocupa um certo espaço;

- O produto resultante é um alimento vegetal altamente nutritivo, além de um excelente alimento para adicionar a uma caixa de vermicompostagem;
- O subproduto líquido é um excelente chá fertilizante para alimentar diretamente as plantas;
- A fermentação do bokashi leva menos tempo do que a compostagem tradicional para se decompor;
- Há menos riscos de mau odor, pois os resíduos são isolados do oxigênio, o que reprime os cheiros;
- Também não há risco de infestação por pragas indesejadas, visto que não há cheiro, acesso externo e o produto final é muito ácido.

Segundo Vanderlinden (2022), há também algumas desvantagens, como o fato do composto gerado não ser um fertilizante em si, mas resíduos da fermentação ocorrida. Por conta disso, ele não pode ser adicionado diretamente à superfície de um canteiro para a estabilização e nutrição das plantas, precisando passar pelo processo de decomposição em uma composteira comum ou ser reutilizado de outra maneira, como para biomassa, por exemplo.

Outra desvantagem seria o requerimento de um balde ou recipiente hermético adequado com capacidade de drenar o líquido produzido. Entretanto, isso não seria em si um problema, visto que é um objeto fácil de achar e com um custo não tão alto.

3.2 Microrganismos Eficazes (ME)

Conforme Towett (2016), Microrganismos efetivos (ou eficazes) (ME) são diversas culturas mistas de organismos benéficos que são encontrados naturalmente, podendo ser aplicados como inoculantes para se aumentar a diversificação microbiana do ecossistema do solo. Os ME são majoritariamente compostos por bactérias fotossintetizantes, bactérias ácido-láticas, leveduras, actinomicetos e fungos fermentadores.

Os quatro principais grupos de microrganismos que compõem o EM, segundo Siqueira e Siqueira (2013), são:

- Leveduras (ex: *Sacharomyces* sp): utilizadas na fermentação de matérias-primas para a produção de cachaça, cerveja e vinho, e como fermento de pão, entre outros usos. No solo, as leveduras utilizam os açúcares e outras substâncias liberadas pelas raízes das plantas, sintetizam vitaminas e outras substâncias úteis, além de

ativarem outros microrganismos do solo. As substâncias bioativas, como hormônios e enzimas produzidas pelas leveduras, também atuam como promotores de crescimento nas raízes. Elas produzem um ambiente necessário à reprodução de outros microrganismos benéficos, como as bactérias lácticas e actinomicetos.

- Actinomicetos (ex: *Actinomyces* sp., *Streptomyces* sp.): aproveitam os aminoácidos produzidos pelas bactérias fotossintetizadoras e produzem antibióticos naturais que controlam fungos e bactérias patogênicos. Produzem substâncias úteis a outros microrganismos benéficos, como as bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre e as micorrizas.

- Bactérias produtoras de ácido láctico, ou lácticas (ex: *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp): velhas conhecidas da Humanidade, utilizadas na produção de iogurtes, vinagre e pickles. No solo, transformam os açúcares excretados pelas plantas e por bactérias fotossintetizadoras em ácidos orgânicos que controlam alguns microrganismos nocivos, como *Fusarium* e outros fungos que causam apodrecimento das raízes e plantas. Pela fermentação da matéria orgânica, produzem diversas substâncias nutrientes para as plantas. Também conseguem solubilizar a matéria orgânica de difícil decomposição, como a lignina e a celulose, e eliminam vários efeitos nocivos da matéria orgânica não decomposta.

- Bactérias fotossintetizadoras ou fototróficas (ex: *Rhodospseudomonas palustris*): conhecidas despoluidoras do ambiente. Utilizam energia solar em forma de luz e calor e também se alimentam de substâncias excretadas pelas raízes, fazendo a síntese de vitaminas, nutrientes, aminoácidos, ácidos nucleicos, substâncias bioativas e açúcares que favorecem o crescimento das plantas e aumentam as populações microbianas benéficas do solo, inclusive bactérias fixadoras de nitrogênio de vida livre, actinomicetos e micorrizas.

Segundo Towett (2016), Esses microrganismos são fisiologicamente compatíveis entre si e podem coexistir em uma cultura líquida (como utilizado no método Bokashi) ainda há pesquisas de Kengo e Hui-lian no ano de 2000 que demonstram que a inoculação de ME no solo pode melhorar tanto seu nível nutricional quanto de crescimento e produtividade.

Entretanto em um artigo de 2010, presente na revista "*Applied Soil Ecology*", é demonstrado que os ME, não apresentam mudanças significativas no solo (quando se aplicado solitariamente), sendo feito testes por consistentes 4 anos de pesquisa.

Porém com a adição de derivados de Bokashi, foi notado que o nível de nutrientes ficou significativamente mais alto. Com isso concluímos que os microrganismos eficazes precisam estar atrelados a algum tipo de fermentação a fim de que se tenha melhores resultados em níveis nutricionais (MAYER et al, 2010).

3.3 Kefir

Os grãos de kefir são massas gelatinosas com diâmetro entre 3 e 35 mm, de aparência semelhante à couve-flor, formato irregular e coloração amarelada ou esbranquiçada. Atualmente existem dois tipos de kefir: de água e de leite (BALTAZAR, 2021).

Segundo Siqueira e Siqueira (2013), o Kefir é constituído, principalmente, por diversas espécies de leveduras e de bactérias lácticas, que coexistem em associação simbiótica, produzindo uma espécie de gel chamado de grão de Kefir, formado por uma matriz de polissacarídeos e proteínas. Esses grãos são utilizados na multiplicação do Kefir, que pode ser feito a partir da fermentação de leite de diversos animais, leite de coco, leite de soja, suco de frutas e solução de açúcar mascavo ou melado.

Seu uso vem sendo testado e indicado na produção de adubos orgânicos fermentados como o Bokashi e para a melhoria da sanidade ambiental e animal na agropecuária. Existem poucos estudos sobre a sua utilização para esse fim, porém já existem resultados preliminares e práticos que atestam a sua viabilidade (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013).

O kefir de leite é o resultado de dupla fermentação, alcoólica e láctica, e pode ser obtido a partir de praticamente todos os leites de origem animal, mesmo que o mais utilizado seja o leite de vaca. Já o kefir de água é feito misturando água e açúcar (BALTAZAR, 2021).

Contudo, não existem diferenças significativas na composição microbiana durante os dois processos de produção de kefir, nem na água nem no leite. O kefir de leite difere de outros leites fermentados por ser resultado de diferentes tipos de microrganismos, os lactobacilos constituem a maioria da população microbiana, mas a composição total dos grãos não é completamente esclarecida, pois a composição microbiana varia de acordo com a região de origem, o tempo de uso, o substrato

utilizado para a proliferação de grãos e técnicas utilizadas para sua manipulação (SANTOS, 2012 apud BALTAZAR, 2021).

3.3.1 História do Kefir

Sua origem é incerta, mas para alguns autores, eles afirmam que se trata de uma bebida originária das montanhas do Cáucaso (WITTHUHN et al., 2005; LOPITZ-OTSOA et al., 2006 apud Baltazar, 2021).

Entretanto, segundo Miguel et al. (2010 apud BALTAZAR, 2021), o Kefir pode ter surgido, independentemente, em diferentes regiões, resultando populações microbianas específicas e distintas, que produzem bebidas com diferentes propriedades sensoriais e microbiológicas.

3.3.2 Propriedades Químicas e Microbiológicas do Kefir

De acordo com Dertli e Çon (2017 apud DIAS et al., 2020), o Kefir é uma bebida que apresenta propriedades exóticas com um sabor ácido, resultado da inoculação dos grãos de Kefir ao leite, em que ocorre a fermentação durante 24 horas em temperatura ambiente, com carbonatação natural, e é semelhante ao iogurte.

As principais características do Kefir são preconizadas como um produto da fermentação que apresente homogeneidade e consistência cremosa; sabor ácido, picante e ligeiramente alcoólico; com teor de ácido lático menor que 1% (m/v) e teor alcoólico entre 0,5 e 1,5% (v/m). Com um teor de umidade médio próximo a 89,39% (DIAS et al., 2020).

Depois de ocorrida a fermentação, o teor de proteínas é elevado, Vieira et al. (2015 apud DIAS et al., 2020) ao realizarem análises físico-químicas encontraram valores de até 5,95% de proteína no kefir, superior ao que é encontrado no leite fresco. Ainda se observa alteração na porção lipídica, em que há um aumento considerável nas concentrações de ácido palmítico. Ribeiro et al. (2015) ao determinar o teor de proteína de várias amostras obtidas, encontrou valores próximos a 4,40%. Estes valores se enquadram com a IN 46 de 2007 do Ministério da Agricultura que define como teor mínimo de proteínas para fermentados 2,9% (Brasil 2007 apud Dias et al., 2020).

Ácidos carboxílicos e alcoóis são os principais compostos gerados, assim como do metabolismo dos aminoácidos é gerado o 3-metil-1-butanol que atribui à bebida um odor alcoólico e frutal, e também do metabolismo de gorduras, têm-se como produto final o ácido isovalérico que confere um odor de queijo. Além destes compostos, a fermentação resulta também na geração de ésteres, cetonas, compostos sulfurados e aldeídos (Dertili & Çon, 2017 apud Dias et al., 2020).

Devido o metabolismo mais eficiente de carboidratos, o Kefir apresenta uma maior concentração de ácido lático que resulta em um produto com valor baixo de pH (Ohlsson et al., 2017 apud Dias et al., 2020). Segundo Cassanego et al. (apud Dias et al., 2020), o pH é um fator capaz de prolongar a vida dos microrganismos e os que compõe o Kefir possuem uma maior viabilidade em meio ácido.

Grãos de Kefir e o leite fermentado pelos grãos foram avaliados por Weschenfelder et al. (2011 apud Dias et al., 2020), e o pH após 7 dias se manteve entre 3,6 e 3,8. Vieira et al. (2015 apud Dias et al., 2020) ao avaliarem a composição do leite antes e após a fermentação pelos grãos de Kefir concluíram que os respectivos pHs foram alterados em 24 horas. O leite in natura com pH próximo ao neutro (6,69) após a fermentação apresentou pH em torno de 4,0 (Dias et al., 2020).

A respeito do teor de cinzas para leites fermentados a legislação não traz nenhuma recomendação, entretanto é um parâmetro avaliado por alguns estudiosos como, Alves et al. (2018 apud Dias et al., 2020) que ao avaliarem amostras de Kefir produzidos artesanalmente obteve valores de 0,51 à 0,68% e Carneiro (2010), que determinou o teor de resíduo mineral fixo para Kefir de 0,72%. Já em relação ao teor de lipídios, amostras de Kefir podem sofrer variações por causa do tipo de leite utilizado como substrato inicial. Alves et al. (2018 apud Dias et al., 2020) encontraram valores de 1,63% a 2,90% de lipídios, e explica essa diferença como sendo o uso de leites que apresentam taxas de gordura diferentes, utilizadas pelo consumidor no momento da coleta das amostras.

Os microrganismos dos grãos de Kefir (quadro 3) são capazes de produzir polissacarídeos extracelulares (EPS), principalmente o kefiran (Farnworth, 2005) que podem aumentar a viscosidade, a retenção de água e a interação com outros componentes do leite, resultando em aumento da rigidez da matriz de caseína no produto final e, conseqüentemente, alterando a sinérese (Duboce Mollet, 2001 apud Araújo et al., 2019).

Quadro 3 - Microrganismos encontrados em grãos de Kefir.

Bactérias	Leveduras
<i>Lactobacilli</i>	<i>Klyveromyces species</i>
<i>Lactobacillus kefir</i>	<i>Klyveromyces marxianus</i>
<i>Lactobacillus kefirano faciens</i>	<i>Klyveromyces lactis</i>
<i>Lactobacillus kefir granum</i>	<i>Saccharomyces species</i>
<i>Lactobacillus parakefir</i>	<i>Saccharomyces cerevesiae</i>
<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Saccharomyces unisporus</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Saccharomyces exiguus</i>
<i>Lactobacillus paraplantarum</i>	<i>Saccharomyces turicensis</i>
<i>Lactobacillus gasseri</i>	<i>Saccharomyces del brueckii</i>
<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Torulas poraspecie</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Torulas poradel brus</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Torulas poradel brueckii</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Candida species</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Candida pseudo tropicalis</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Candida tenuis</i>
<i>Lactobacillus fructivorans</i>	<i>Candida inconspicua</i>
<i>Lactobacillus hilgardii</i>	<i>Candida maris</i>
<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Candida lambica</i>
<i>Lactobacillus viridescens</i>	<i>Candida tannotelerans</i>
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Candida valida 6</i>
<i>Lactococci</i>	<i>Candida kefir</i>
<i>Lactococcus lactis sub sp. Lactis</i>	<i>Candida Holmii</i>
<i>Lactococcus lactis sub sp. Cremoris</i>	<i>Other yeast</i>
<i>Streptococci</i>	<i>Pichia fermentans</i>
<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Zygo saccharomyces rouxii</i>
<i>Enterococci</i>	<i>Debaryomyces hansenni</i>
<i>Enterococcus durans</i>	<i>Bretannomyces anomalus</i>
<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Issachenkia occidentalis</i>
<i>Leuconostocs</i>	-
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	-
<i>Leuconostoc mesenteroides sub sp. Cremoris</i>	-
<i>Acetic acid bacteria</i>	-
<i>Acetobacter aceti</i>	-
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	-
<i>Other bacteria</i>	-
<i>Bacillus subtilis</i>	-
<i>Micrococcus sp.</i>	-

Fonte: WESCHENFELDER, 2009.

A ação dos microrganismos nos grãos do Kefir produz ácido láctico e outros compostos de sabor bem característico, causando alterações físico-químicas com a fermentação. Uma característica do Kefir que difere de outros produtos lácteos fermentados é que seus grãos podem ser recuperados após a fermentação com um ligeiro aumento na biomassa dos grãos (Satir, Guzel-Seydim, 2016 apud Araújo et al., 2019).

A presença do açúcar pode contribuir com o processo de conversão da lactose em ácido láctico do Kefir, esta é elevada mediante ao grande número de microrganismos fermentadores (Fonseca et al., 2006 apud Araújo et al., 2019).

3.4 Fertilizante e Plantas

3.4.1 Nutrientes Essenciais para o Crescimento das Plantas

Segundo Machado (2022), os nutrientes indispensáveis são absorvidos pelas plantas em quantidades específicas, necessárias para o seu desenvolvimento e podem ser divididos de acordo com a concentração relativa nos tecidos da planta em micro e macronutrientes. Os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre fazem parte de moléculas essenciais, são necessários em grandes quantidades e tem função estrutural.

Esta divisão não significa que um nutriente seja mais importante do que outro, apenas que eles são necessários em quantidades e concentrações diferentes, como mostra a tabela abaixo (MACHADO, 2022).

Quadro 4 - Concentrações típicas de nutrientes para o crescimento das plantas

Elemento	mg/Kg	Porcentagem
Nitrogênio (N)	15.000	1,5
Potássio (K)	10.000	1,0
Fósforo (P)	2.000	0,2

Fonte: Machado, 2022.

As principais fórmulas de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) usadas no Brasil, segundo Jacto (2019), são:

- Fórmula 20-05-20 — contém 20% de nitrogênio (N), 5% de fósforo (P₂O₅) e 20% de potássio (K₂O). Essa formulação é frequentemente utilizada no início do ciclo de culturas anuais, como milho e feijão, pois fornece uma quantidade adequada de nutrientes para o desenvolvimento inicial das plantas;

- Fórmula 10-30-10 — possui 10% de nitrogênio, 30% de fósforo e 10% de potássio. É comumente utilizada em culturas que demandam maior quantidade de fósforo, como batata e tomate, durante a fase de enraizamento e desenvolvimento das raízes;
- Fórmula 20-20-20 — apresenta 20% de nitrogênio, 20% de fósforo e 20% de potássio. Essa é uma formulação equilibrada e versátil, sendo aplicada em várias culturas em diferentes estágios de desenvolvimento, geralmente quando a necessidade de nutrientes é mais uniforme;
- Fórmula 04-14-08 — apresenta 4% de nitrogênio, 14% de fósforo e 8% de potássio. É utilizada especialmente em culturas perenes, como frutíferas, que necessitam de uma maior concentração de fósforo para estimular o crescimento das raízes e a formação dos frutos;
- Fórmula 30-00-15 — possui 30% de nitrogênio e 15% de potássio, mas não contém fósforo. É aplicada em situações em que o solo já dispõe de uma quantidade satisfatória de P₂O₅, mas demanda uma maior suplementação de N e K₂, como em culturas como cana-de-açúcar e pastagens.

3.4.2 Crescimento de Hortaliças

De acordo com Silva, et al. (2015 apud SANTOS, 2020) afirmam que dentre todas as hortaliças produzidas, a cebolinha verde é uma das que está presente na maioria dos lares brasileiros, com baixo valor econômico, pois é muito utilizada como tempero na culinária brasileira, e, além disso, a OMS incentiva a sua produção e consumo, pois é rica em vitamina A e vitamina C, os quais trazem benefícios à saúde humana.

A cebolinha ainda é cultivada de forma tradicional, isto é, em canteiros a céu aberto (Cardoso; Berni, 2012 apud ARAUJO, 2016). Segundo Araujo (2016), nesse sistema as plantas ficam expostas a diversos fatores bióticos e abióticos, que podem causar reduções da quantidade e da qualidade do produto colhido.

Silva, et al. (2014 apud SANTOS, 2020), salientam que a depender da forma como essa água é ofertada a cultura, ela torna-se um elemento prejudicial a mesma. Para a cultura da cebolinha verde, assim como para as demais hortícolas folhosas, o sistema de irrigação mais adequado e eficiente é o gotejamento, uma vez que neste a água não está em contato direto com a parte aérea da planta, o que torna-

se significativamente importante para a não ocorrência de doenças (Silva, et al., 2014 apud SANTOS, 2020).

Ao associar uma irrigação eficiente a uma adubação que venha a suprir as exigências da cultura da *Allium fistulosum*, têm-se elementos primordiais atuantes na produtividade, no estágio de maturidade da planta para a colheita, no tamanho, na qualidade, na capacidade de brotação, no número de perfilhos e na sanidade da planta (Finger & Casalli, 2002 apud SANTOS, 2020).

O uso da fertirrigação, segundo Marrocos (2015 apud SANTOS, 2020), no cultivo de hortaliças tem trazido aumentos em produtividade e melhoria das características comerciais e de qualidade dos produtos. Para Vilas Boas, et al. (2014 apud SANTOS, 2020), a quantidade de fertilizantes na água deve ser suficiente para proporcionar a absorção dos nutrientes nas quantidades requeridas pelas plantas, sem causar o acúmulo de fertilizantes no solo, o que poderia resultar em salinização e, conseqüentemente, na redução da produtividade.

3.5 Legislação Referente ao Fertilizante Orgânico

No artigo 37º do capítulo VII da Norma Regulamentadora nº 51 há uma explicação de como deve ser a elaboração do Relatório Final de Ensaio de Eficiência Agrônômica, que mostra, a partir de testes científicos, como aquele fertilizante contribui para a nutrição do solo e plantas. Isso é exposto no seguinte trecho da norma:

Art. 37 II. d) o trabalho deverá ser conduzido de forma a:

1. testar a capacidade de o produto alterar, positivamente, duas ou mais variáveis de desempenho da cultura, sendo que, quando se tratar de nutrientes, a aplicação do produto deverá, no mínimo, alterar a produtividade da cultura e a concentração dos elementos nas plantas;
2. demonstrar que o produto atua na nutrição e no desenvolvimento da planta, utilizando, no mínimo, quatro doses crescentes, para obter a curva de absorção, quando se tratar de um nutriente (BRASIL, 2020).

De acordo com a Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020, Art. 3º Os fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos e organominerais serão classificados de acordo com as matérias-primas utilizadas na sua produção em:

I - Classe "A": produto que utiliza, em sua produção, matéria-prima gerada nas atividades extrativas, agropecuárias, industriais, agroindustriais e comerciais, incluindo aquelas de origem mineral, vegetal, animal, todos

industriais e agroindustriais de sistema de tratamento de águas residuárias com uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resíduos de frutas, legumes, verduras e restos de alimentos gerados em pré e pós-consumo, segregados na fonte geradora e recolhidos por coleta diferenciada, todos isentos de despejos ou contaminantes sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura;

II - Classe “B”: produto que utiliza, em sua produção, quaisquer quantidades de matérias-primas orgânicas geradas nas atividades urbanas, industriais e agroindustriais, incluindo a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional, lodos gerados em estações de tratamento de esgotos, lodos industriais e agroindustriais gerados em sistemas de tratamento de águas residuárias contendo qualquer quantidade de despejos ou contaminantes sanitários, todos com seu uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

Parágrafo único. Podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de fertilizante orgânico Classe “A”, os resíduos provenientes de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, desde que estes serviços contemplem a segregação na fonte geradora e a coleta diferenciada de resíduos em, no mínimo, três frações: resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e rejeitos, evitando qualquer tipo de contaminação sanitária (BRASIL, 2020).

Ainda segundo a Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009, os produtos sólidos podem ser classificados de acordo com sua natureza física a partir de testes granulométricos, sabendo disso, tem-se que:

“§ 2o Produto fluido: que se apresenta no estado de solução ou suspensão, em que se indique obrigatoriamente a sua densidade e as suas garantias em percentagem mássica (peso de nutrientes por peso de produto) e em massa por volume (gramas por litro)” (BRASIL, 2009).

A Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020, define como macronutrientes primários os compostos: Nitrogênio (N), Fósforo (P₂O₅) e Potássio (K₂O); como macronutrientes secundários: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S); e como micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio (Se), Silício (Si) e Zinco (Zn).

Segundo o Art. 7º da mesma norma: Excetuados os casos em que se preveja a indicação da solubilidade de outra forma, os fertilizantes orgânicos e os biofertilizantes, segundo o seu modo de aplicação, terão a solubilidade de seus nutrientes indicada como percentagem mássica (massa de nutrientes por massa de produto), no caso de produtos sólidos e em percentagem mássica (massa de

nutrientes por massa de produto) e massa por volume expressa em g.L-1 (gramas por litro), no caso de produtos fluídos, como segue:

I - para os produtos para aplicação via solo, via fertirrigação e via semente:

a) em Nitrogênio (N), o teor total;

b) em Pentóxido de Fósforo (P₂O₅);

c) em óxido de potássio (K₂O);

d) macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Si e Zn)

O Art. 7º da Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009, também informa que os fertilizantes orgânicos simples, mistos e compostos para aplicação no solo deverão atender o seguinte:

II - para os produtos fluidos:

a) carbono orgânico: mínimo de 3% (três por cento);

b) para os macronutrientes primários, conforme declarado no processo de registro pelo fabricante ou importador.

3.6 Desperdício de Alimentos

“A FAO define que as perdas podem ser entendidas quando acontece a redução da disponibilidade de alimentos para consumo humano, no decorrer da cadeia de abastecimento alimentar, principalmente nas fases de pós-colheita, produção e processamento” (ABRE, 2020).

Já o desperdício, de acordo com a ABRE (2020), acontece no final da cadeia alimentar: em casa, restaurantes, supermercados e outros estabelecimentos que têm atitudes rotineiras e que, infelizmente, desperdiçam alimentos. Em resumo, o desperdício pode ser definido quando o ser humano descarta intencionalmente alimentos que ainda poderiam ser aproveitados e consumidos.

No âmbito mundial, expõe Benítez (2023), entre um quarto e um terço dos alimentos produzidos anualmente para o consumo humano se perde ou é desperdiçado. Isso equivale a cerca de 1,300 bilhões toneladas de alimentos, o que inclui 30% dos cereais, entre 40 e 50% das raízes, frutas, hortaliças e sementes oleaginosas, 20% da carne e produtos lácteos e 35% dos peixes. A FAO calcula que esses alimentos seriam suficientes para alimentar dois bilhões de pessoas.

De acordo com Paúl (2021), os resultados de um estudo liderado pela ONU expõem que a maior parte do desperdício de alimentos - o equivalente a 61% - vem das famílias. O restante: 26% vêm do setor de serviço de alimentos, como por exemplo: restaurantes, hotéis ou estabelecimentos de ensino. E, por fim, 13% vêm do comércio, como supermercados ou pequenas lojas.

O mesmo autor mostra com outro estudo da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) publicado em outubro de 2019, que o continente Latino é responsável por 20% do volume global de alimentos que se perdem desde a colheita até chegar ao varejo. Isso significa que a região perde cerca de 12% de seus alimentos.

Segundo a UNEP (2021), um relatório recente do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) descobriu que o mundo está mergulhado numa epidemia de desperdício de alimentos. Em 2019, os consumidores jogaram fora quase um bilhão de toneladas de alimentos, ou seja, 17% de toda a comida que compraram.

“Isso é profundamente problemático em um mundo onde 690 milhões de pessoas estavam subnutridas em 2019, número que deverá aumentar drasticamente com o COVID-19” (UNEP, 2021).

De acordo com Oakes (2020), os lugares em que os alimentos são mais desperdiçados diferem em todo o mundo. Em países de baixa renda, 40% dos alimentos são desperdiçados após a colheita, mas antes de chegar às dispensas das pessoas, geralmente devido à falta de infraestrutura adequada. Mas nos países de média e alta renda, os consumidores assumem uma parcela maior da culpa: estimativas sugerem que as famílias são responsáveis por 53% do desperdício de comida na Europa; e por 47%, no Canadá.

Porém, como observa Paúl (2021), apesar de todos os dados que comprovam a magnitude do problema, parece que a maioria dos governos e autoridades políticas no mundo não estão cientes das consequências do desperdício de alimentos. Na América Latina, por exemplo, isso está longe de ser um tema relevante na agenda política dos países da região e isso se reflete no fato de que eles nem mesmo têm um registro confiável de seus resíduos. O mesmo ocorre em escala global, visto que, de acordo com o índice de desperdício alimentar de 2021, nenhuma das contribuições nacionais mencionadas pelo Acordo de Paris cita o assunto.

3.6.1 Emissão de Gases do Efeito Estufa

Segundo a ONU, estima-se que entre 8% e 10% das emissões globais de gases de efeito estufa estão associadas a alimentos que não são consumidos. A responsabilidade pelo desperdício de alimentos nas mudanças climáticas é medida levando-se em conta todo o processo por trás de um determinado produto (PAÚL, 2021).

“Sem levar em conta as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) a partir de mudanças no uso da terra, a pegada de carbono dos alimentos produzidos e não consumidos é estimada em 3,3 bilhões de toneladas” (PEIXOTO; PINTO, 2016).

“Estima-se que, se o desperdício de alimentos fosse um país, seria o terceiro maior emissor de gases de efeito estufa depois dos Estados Unidos e da China, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura” (OAKES, 2020).

Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) expostos por Peixoto e Pinto (2016), indicam que algumas atividades agrícolas, quando desenvolvidas por meio de técnicas pouco sustentáveis, podem proporcionar a emissão de quantidade significativa de gases de efeito estufa, como o metano (CH₄), o dióxido de carbono (CO₂), o monóxido de carbono (CO), o óxido nitroso (N₂O) e os óxidos de nitrogênio (NO_x). O desperdício, portanto, apresenta relação direta com a deterioração das condições morfoclimáticas do planeta.

“A forma como você descarta os alimentos também é importante. Quando a matéria orgânica entra em decomposição em um aterro sanitário, ela libera metano, gás do efeito estufa cerca de 20 vezes mais potente que o dióxido de carbono” (OAKES, 2020).

Um outro fator importante destacado pelo mesmo autor, é que nem todo desperdício de alimentos é igual quando se trata de emissões de carbono. As emissões de CO₂ das carnes e dos laticínios, por exemplo, são muito mais altas do que as das frutas e dos legumes. Portanto, reduzir a quantidade de carne desperdiçada tem um impacto maior do que diminuir o desperdício de cenoura.

Segundo Oakes (2020), um estudo de 2018 mostrou, por exemplo, que legumes e verduras frescos correspondem a 25% do desperdício doméstico de alimentos no Reino Unido, mas representam apenas 12% das emissões de gases de efeito estufa

provenientes de alimentos desperdiçados. Por outro lado, peixes e carnes, são responsáveis por apenas 8% do desperdício de alimentos, mas por 19% das emissões.

3.6.2 Impactos Indiretos do Desperdício

“De acordo com o pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Antonio Gomes Soares, há um “gasto invisível” envolvido no desperdício de água, que é a quantidade usada durante a produção de praticamente tudo o que é consumido” (ZAMBUDIO, 2018).

“É fundamental ter consciência desse consumo invisível de água, que é tão ou até mais importante que os gastos visíveis” (ZAMBUDIO, 2018).

De acordo com Peixoto e Pinto (2016), o desperdício indireto de água doce, utilizada na irrigação e que entra na composição de alimentos, é calculado em 250 km³. Cerca de 1,4 bilhão de hectares de solos, equivalentes a 30% de toda a área agricultada no mundo, são destinados à produção de alimentos que, ao fim, serão perdidos ou descartados.

Zambudio (2018) mostra que, de acordo com a FAO, a agricultura (70%) e a indústria (22%) são os segmentos que mais utilizam recursos hídricos. O abastecimento doméstico é responsável por apenas 10% do consumo mundial. E, segundo dados da ONU, cada pessoa consome diariamente de 2 a 5 mil litros de “água invisível” contida nos alimentos.

Outros problemas ambientais menos comentados também podem surgir, como, por exemplo, o desmatamento e desperdício de energia e combustíveis fósseis (usados no processo de produção dos alimentos). Segundo Peixoto e Pinto (2016), a desnecessária expansão (em função do desperdício em questão) da área cultivada resulta, também, em grandes perdas da biodiversidade.

Já em termos econômicos, como mostra Paúl (2021), o desperdício de alimentos não afeta apenas o bolso do consumidor (pois ele está pagando por um produto que não está comendo), mas também o mercado em geral. Assim, reduzir as perdas poderia diminuir os custos de produção, pois o sistema se tornaria mais eficiente como um todo.

3.6.3 Questão Social

Segundo Paúl (2021), o impacto social também é brutal se considerar o grande número de pessoas que não têm acesso a alimentos de qualidade no mundo. De acordo com a FAO, 690 milhões de pessoas passaram fome em 2019, um número que deve aumentar drasticamente após a pandemia do coronavírus. Além disso, 3 bilhões de pessoas não podem pagar por uma dieta saudável. Assim, a contradição entre desperdício e a falta de alimentos é clara.

“No Brasil, a fome afeta a 14 milhões de pessoas. Já na venda, o país desperdiça 22 bilhões de calorias, o que seria suficiente para satisfazer as necessidades nutricionais de 11 milhões de pessoas e permitiria reduzir a fome em níveis inferiores de 5%” (BENÍTEZ, 2023).

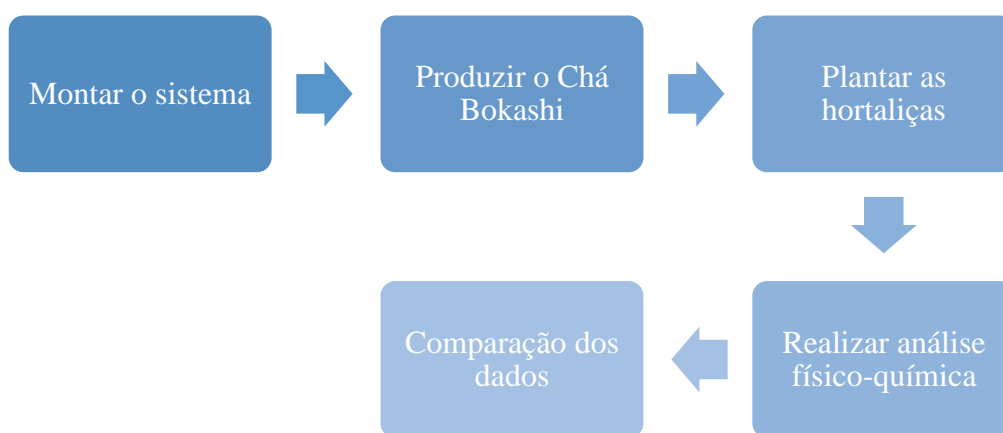
Os alimentos, de acordo com Benítez (2023), que se perdem em países como Bahamas, Jamaica, Trinidad e Tobago, Belize e Colômbia são equivalentes ao que se necessitaria para alimentar a todos os que sofrem com a fome nesses países. Outras 12 nações também poderiam dispor de alimentos equivalentes aos que necessitam para alcançar o primeiro Objetivo de Desenvolvimento do Milênio (ODM), caso fosse reduzido esse tipo de perdas.

Portanto, esses dados mostram uma certa hipocrisia ética e moral, onde há um desperdício alarmante de alimentos em diversos setores da sociedade, enquanto uma parte marginalizada se encontra sem condições de ingerir o mínimo necessário para a sobrevivência.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades experimentais foram realizadas nos laboratórios da ETEC Trajano Camargo sob a supervisão das professoras Gislaine Barana Delbianco e a Margarete Galzerano Francescato conforme o fluxograma (figura 2). As análises do teor de NPK foram realizadas pelo laboratório especializado em análises ambientais TECLAB Ambiental por conta da falta dos equipamentos e reagentes necessários no laboratório de química do colégio.

Figura 2: Fluxograma da Parte Prática



Fonte: Os Autores, 2024.

4.1 Produção do Sistema de Compostagem

A composteira foi feita a partir de dois baldes herméticos de plástico sobrepostos um sobre o outro, contando com uma torneira na parte inferior do balde (por onde escorrerá o Chá de Bokashi). O balde superior recebeu furos de aproximadamente 1 cm em seu fundo e usamos uma fita para isolar as entradas de ar remanescentes entre os dois baldes conectados.

4.2 Produção do Chá Bokashi

A primeira etapa e mais importante é a produção do Chá Bokashi por meio da construção de dois sistemas caseiros de compostagem, utilizando o E.M da marca PlantaeFert comprado pelos integrantes como inoculante em um deles e o Kefir do leite no outro.

Os resíduos orgânicos utilizados são restos de alimentos presentes no lixo doméstico comum (quadro 5), sem separação de frutas cítricas ou alimentos cozidos – como indicado para a compostagem habitual.

Quadro 5 - Alimentos do Lixo Doméstico Utilizados

Frutas e Verduras	Frutas Cítricas	Alimentos Cozidos	Outros
Casca de batata-doce, cenoura, batata, chuchu	Casca de laranja e limão	Arroz	Casca de ovo
Cabo de brócolis	Bagaço de laranja e limão	Carne bovina assada	Pão velho
Maracujá sem polpa	-	Frango assado	-
Casca de banana	-	Restos de massa	-

Fonte: Os Autores, 2024.

4.2.1 Inoculação por Microrganismos Eficientes

A compostagem bokashi padrão com E.M é feita adaptando o conceituado no capítulo 3.2.1 por Legnaioli (2022), REED (2017) e Kay (2012). As etapas foram realizadas como exposto a seguir:

Iniciamos o processo depositando filtros de café no fundo do balde com furos e espalhamos 3 colheres de farelo Bokashi com E.M; depositamos uma camada de resíduos orgânicos variados de tamanho médio por cima; espalhamos mais 3 colheres de farelo Bokashi por cima dos resíduos; amassamos tudo, a fim de retirar o gás oxigênio dentre os alimentos; fechamos o sistema com a tampa hermética; adicionamos depois de 2 dias, uma camada de resíduos e outra de inoculante; repetimos o passo 6 até completar todo o balde com resíduos; deixamos o sistema descansando por pelo menos 2 semanas e retiramos o resíduo remanescente do processo (figura 3).

Figura 3: Fluxograma Chá Bokashi com E.M



Fonte: Os Autores, 2024.

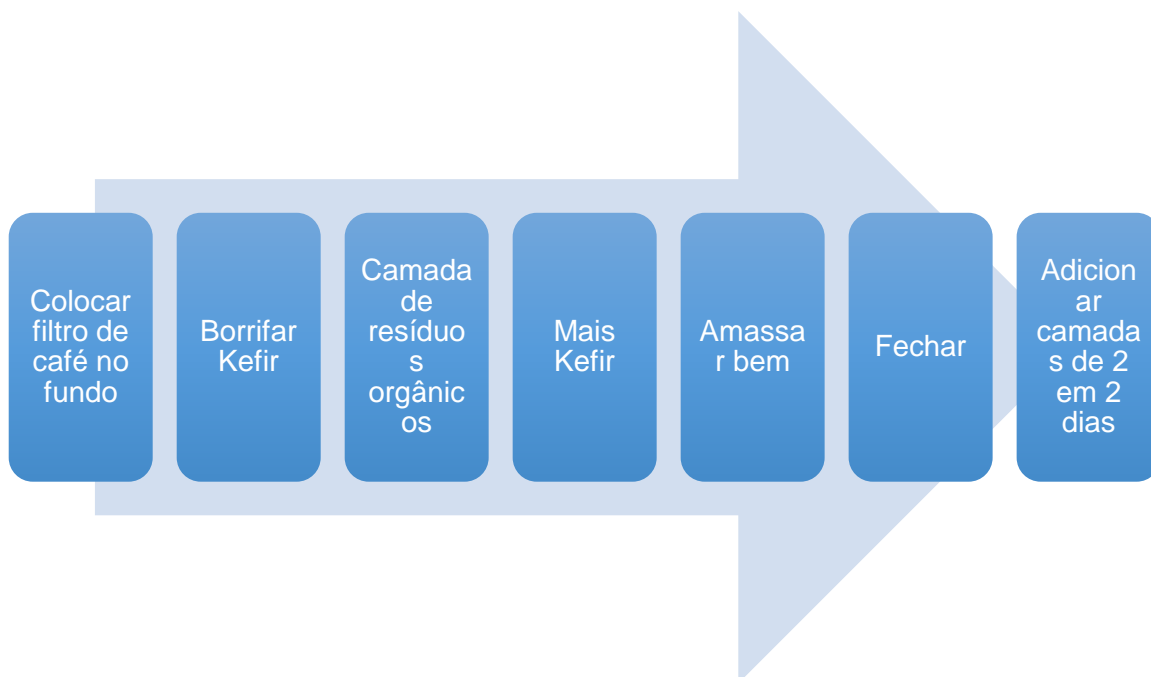
4.2.2 Inoculação por Kefir

Já o leite fermentado pelo Kefir, teve seu processo semelhante, modificando somente o inoculante. Este foi colocado no borrifador com um pouco de água e usado na segunda composteira, seguindo o passo a passo a seguir:

Depositamos os filtros de café no fundo do balde com furos e borrifamos aproximadamente 50 ml do Kefir; depositamos uma camada de resíduos orgânicos variados de tamanho médio por cima; espalhamos mais 50 ml do Kefir por cima dos resíduos; amassamos tudo, a fim de retirar o gás oxigênio dentre os alimentos; fechamos o sistema com a tampa hermética; adicionamos depois de 3 dias, uma camada de resíduos e outra de inoculante; repetimos o passo 6 até completar todo o balde com resíduos; deixamos o sistema descansando por pelo menos 2 semanas; retiramos o resíduo remanescente do processo (figura 4).

O chá de Bokashi foi gerado um tempo depois que a compostagem for iniciada, e foi coletado pela torneira do balde inferior.

Figura 4: Fluxograma Chá Bokashi com Kefir



Fonte: Os Autores, 2024.

4.3 Análise Físico-Química

A análise físico-química, é a etapa onde o grupo conheceu a composição do fertilizante produzido, a fim de quantificar seus principais nutrientes.

4.3.1 Medição de pH

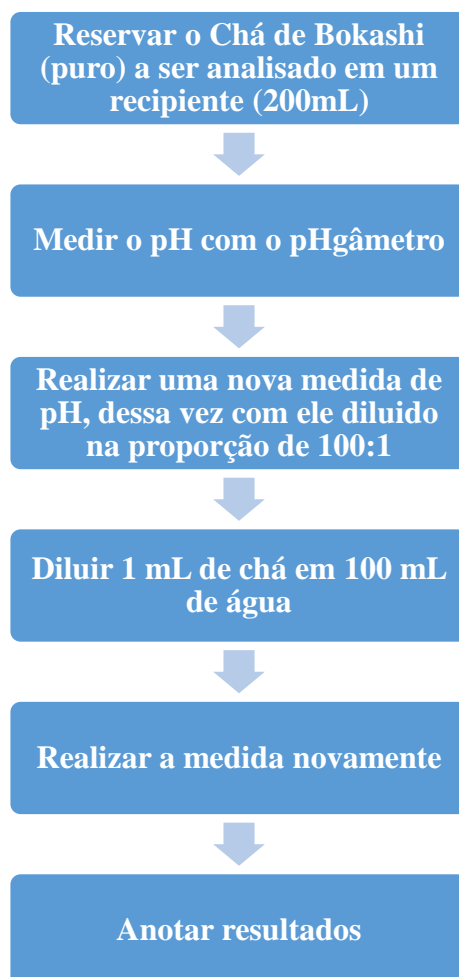
De acordo com UK.RS, para realizar qualquer medida com o pHmetro é necessário conferir se o equipamento está calibrado, basta colocar o eletrodo em soluções de pH conhecido. Portanto, a medida foi feita primeiramente com duas soluções tampão de pH 4 e 7.

A utilização do pHmetro de laboratório é de simples aprendizado, onde deve-se abaixar o eletrodo (presente na ponta do equipamento) na solução, após isso esperar 1-2 minutos para que a leitura seja estável, após esse tempo apertar o botão de medida novamente, anotar o pH, lavar o eletrodo com água deionizada secar com papel absorvente e guardar (PHSCALES, 2023; TEJAS PADTE, 2023).

O teste foi feito em laboratório no mês de agosto, após voltarmos de férias, com ambos os Chás Bokashi concentrado e diluído na proporção indicada de 1:100.

Anteriormente a esse período, fizemos a medição com fitas de pH para obter o resultado nos dias das plantações das hortaliças (figura 5).

Figura 5: Fluxograma Medição de pH



Fonte: Os Autores, 2024.

4.3.2 Medição da Condutividade

Segundo RAIJ et al. (2001 apud Abreu, et al., 2009), a avaliação da potencialidade de um fertilizante de salinizar o solo (efeito salino) é muito importante em regiões de baixa pluviosidade. A medida da condutividade elétrica (CE) apresenta uma estimativa da quantidade total de sais presentes no extrato (fertilizante-água ou resíduo-água), levando em consideração que a resistência para a passagem de corrente elétrica diminui com o aumento da concentração de sais.

A medição da condutividade elétrica dos fluídos fertilizantes foi realizada concomitantemente a medição do pH, utilizando um condutímetro laboratorial

previamente calibrado. As medidas, porém, foram feitas somente com ambos os Chás de Bokashi concentrados. Os valores ideais são entre 0,5 mS/cm e 2 mS/cm, não ultrapassando demasiadamente esse limite.

4.3.3 Teor de Carbono por Combustão com Análise Gravimétrica

Após a montagem dos sistemas e realização da compostagem Bokashi, o grupo utilizou o Chá Bokashi em análises laboratoriais, de modo a comparar os dados obtidos com os parâmetros oficiais. O teor de carbono é um dos parâmetros mais importantes para se analisar no fertilizante.

A calcinação é um método utilizado afim de se retirar compostos voláteis em uma amostra, oxidar matéria orgânica, melhorar a condutividade elétrica e até remover as impurezas indesejadas da amostra, sendo um procedimento endotérmico (QUEVEDO, 2016).

Segundo a CETEM (2024), a calcinação é amplamente utilizada afim de se produzir óxidos, algumas das reações abaixo representam esse processo.

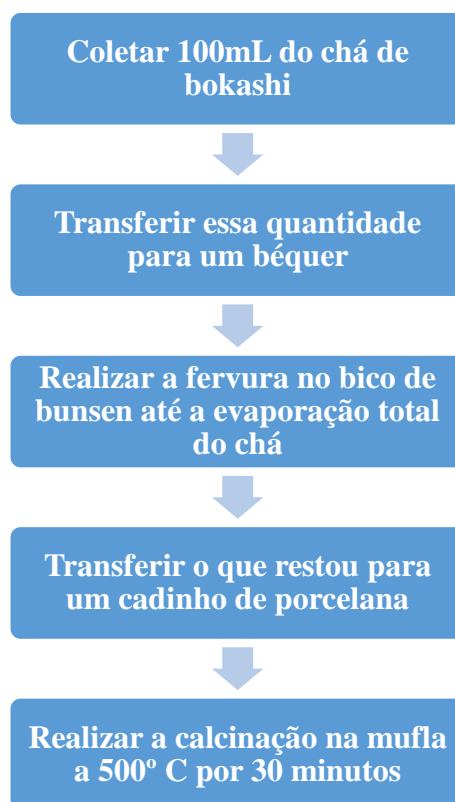


Segundo Tomé (2012), a calcinação do nosso líquido, para medirmos o teor de carbono será feita através da fervura da nossa amostra, pois o produto restante da fervura deverá ser calcinado para calcularmos a porcentagem de carbono presente no líquido.

Para o procedimento, utilizamos um béquer de vidro de 250ml, bico de Bunsen e uma colher. Adicionamos a amostra no béquer e fervemos até sobrar somente o resíduo orgânico, que contém o carbono. O mesmo fora calcinado em mufla com cadinho de porcelana e pesado em balança semi-analítica, depois realizamos os cálculos do teor de carbono.

Para descobrir a porcentagem em massa por volume (g/ml), precisa-se da massa do fertilizante após a calcinação e a massa do cadinho que foi inserido na mufla, para a subtrair do valor do líquido. Essa massa resultante, é o valor em gramas de composto orgânico, ou seja, do carbono presente no Chá de Bokashi. A massa dividida pelo volume em ml do líquido antes da fervura é o teor de carbono, que após multiplicar por 100 fica em porcentagem (figura 6).

Figura 6: Fluxograma Calcinação



Fonte: Os Autores, 2024.

4.3.4 Teor de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio)

O teor de NPK, foi descoberto por meio de uma análise laboratorial da empresa TECLAB - devido à falta de reagentes e equipamentos no laboratório da escola - para a qual enviamos 300ml de cada fertilizante concentrado, que teve os macronutrientes determinados por meio de uma espectrofotometria de absorção atômica.

4.4 Testes de Crescimento de Hortaliças

Segundo o Centro de Horticultura (2015), a adubação orgânica para hortaliças apresenta as seguintes vantagens: melhora as condições físicas do solo, diminuindo, por exemplo, os problemas de compactação de solos; diminui a incidência de nematóides visto que os adubos orgânicos em geral possibilitam o desenvolvimento nos solos de microorganismos úteis que tem ação antagônica aos nematoides; e fornece parcialmente, nutrientes às plantas de maneira gradual e contínua.

A incorporação dos fertilizantes orgânicos ao solo deve ser realizada pelo menos 30 a 40 dias antes do plantio, tempo necessário para que ocorra o processo

de cura ou decomposição sem o que poderá haver “queima” das sementes ou mudas de hortaliças (CENTRO DE HORTICULTURA, 2015).

Sabendo disso, o grupo realizou o plantio de cebolinha em vasos do tipo jardineira. Colocamos terra própria para plantio em dois vasos e adicionamos os fertilizantes produzidos (Chá Bokashi) pela compostagem com Kefir e com E.M separadamente. No terceiro vaso, o plantio foi realizado em terra sem adubação. Os resultados entre ambas as plantas, com e sem fertilizante, tem a função de demonstrar de maneira prática a efetividade do produto produzido, assim como suas aplicações.

As plantações foram concretizadas em 3 vasos jardineira com dimensões 37x17,5x14 cm (comprimento, largura e altura), com terra própria para plantio no mês de agosto. O fertilizante fluído diluído na proporção 1:100 foi colocado na medida de 300ml por vaso.

As cebolinhas foram compradas inteiras e cortadas 5 dedos acima de suas raízes, resultando em mudas inseridas na terra, na condição de duas por vaso. O grupo regava os vasos diariamente, por fator da necessidade de umidade para um bom crescimento da hortaliça em medida de aproximadamente 200ml cada.

4.5 Descarte de Resíduos

O resíduo sólido remanescente no fundo dos baldes pode ser depositado em uma composteira aeróbica ou vermicomposteira. Os alimentos não convencionais utilizados no preparo do Chá Bokashi, após a finalização do processo, já foram fermentados pelos microrganismos inoculantes e pode ser usado normalmente como resíduo orgânico, sem causar os problemas característicos – mau odor, retardamento, alterações no produto final, etc.

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 Produção do Sistema de Compostagem

O sistema fora produzido com quatro baldes herméticos brancos de 10L com torneira acoplada na parte inferior e os furos foram feitos com uma faca quente (figura 7) em dois dos baldes – inseridos posteriormente dentro dos demais. Depois de passar fita isolante na junção dos baldes, o sistema estava pronto para ser utilizado.

Figura 7: Furos na Parte Inferior do Balde



Fonte: Os Autores, 2024.

Figuras 8 e 9: Sistema Finalizado



Fonte: Os Autores, 2024.

5.2 Produção do Chá Bokashi

A produção do Chá Bokashi por meio do sistema descrito no capítulo 4, teve seu desenrolar durante os meses de julho e agosto, obtendo-se resultados satisfatórios após períodos de curta duração.

5.2.1 Inoculação por Microrganismos Eficientes

O processo foi efetuado seguindo a metodologia, o Chá de Bokashi começou a sair pela torneira depois de aproximadamente 13 dias (figuras 10 e 11). Sua coloração é marrom e seu odor bem forte e ruim.

Figuras 10 e 11: Chá Bokashi Inoculado com E.M



Fonte: Os Autores, 2024.

O Chá de Bokashi produzido teve seu volume e massa quantizados para que se pudesse determinar a densidade do líquido. O volume de 50ml foi pesado em 46g resultando numa densidade de 0,92g/ml.

A primeira camada de resíduos depositada no sistema teve cascas de laranja, ovo e banana (figura 12 e 13), alimentos bem comuns durante todo o processo. A última camada foi realizada um pouco depois da finalização do Kefir, por conta de um problema com insetos indesejados, que entraram por uma fresta na tampa do balde – a tampa foi posteriormente trocada.

O composto dentro da composteira havia ficado apodrecido e cheio de larvas brancas de mosquito, prejudicando todo o processo. Jogamos fora e refizemos a inoculação por E.M, que foi finalizada dia 24 de junho.

Figuras 12 e 13: Primeira Camada Inoculação por E.M



Fonte: Os Autores, 2024.

5.2.2 Inoculação por Kefir

A inoculação por Kefir também foi satisfatória e o Chá de Bokashi começou a sair pela torneira depois de aproximadamente 7 dias em maior quantidade, com uma coloração mais clara e alaranjada e odor mais avinagrado.

Figura 14: Chá Bokashi Inoculado com Kefir



Fonte: Os Autores, 2024.

O Chá de Bokashi a partir do Kefir teve como resultado das medidas de massa e volume a mesma densidade do líquido anterior, 0,92g/ml.

5.3 Análise Físico-Química

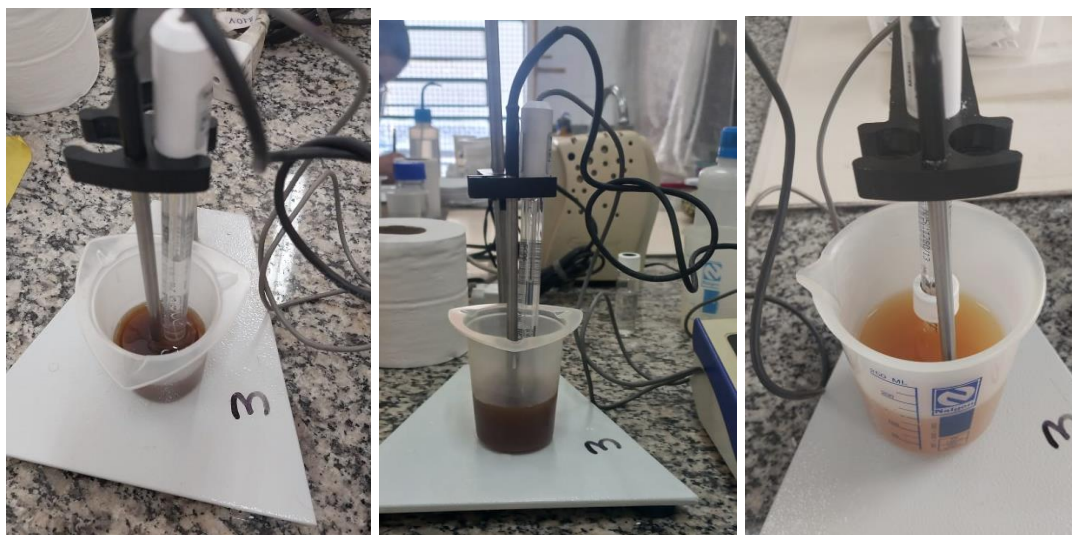
A análise físico-química teve seu início no mês de agosto, quando utilizamos o laboratório da ETEC Trajano Camargo para obtenção de alguns parâmetros possíveis de ser realizados. Outras partes práticas tiveram seu desdobramento em domicílio, como a plantação da cebolinha e sua supervisão, por exemplo. A parte de análise NPK foi realizada no Laboratório de Análises Ambientais TECLAB.

5.3.1 Medição de pH

A prática da medição do pH foi realizada utilizando a aula de Química Ambiental, utilizando um pHômetro mPA210 e soluções de pH 4 e 7 para calibração do aparelho. Foi colocada a solução concentrada e diluída de ambos os fertilizantes em béqueres de plástico separados.

Após realizar a calibração corretamente, o sensor foi limpo com água deionizada e seco com papel absorvente adequado. Posteriormente, o termômetro e o eletrodo foram inseridos no líquido fertilizante (figura 15, 16 e 17) e a medida apareceu no visor do aparelho.

Figuras 15, 16 e 17: Medição do pH Chá Bokashi com E.M e Kefir



Fonte: Os Autores, 2024.

Os valores de pH encontrados diferem razoavelmente dos encontrados na medição com fita realizada anteriormente, com destaque para o Chá proveniente do

Kefir (figura 17). No geral, o pH da solução com E.M é mais neutro e constante – em torno de 7 -, já o pH da outra solução variou entre 3 e 4,8 estado bem ácido.

Quadro 6 - Comparação das Medições com pHgâmetro e Fita Universal

	pHgâmetro	Fita
E.M. Concentrado	7,07 a 23,8°C	8
E.M. Diluído	7,10 a 28,7°C	7
Kefir Concentrado	3,83 a 28°C	6
Kefir Diluído	4,81 a 28,2°C	6

Fonte: Os Autores, 2024.

Os resultados de pH obtidos para o Chá de Bokashi inoculado com Kefir está de acordo com a teoria exposta por Legnaioli (2022) no capítulo 4 e o estudo realizado por Hillberg (2020) que obteve resultados entre de pH entre 3.55 e 4.42. Já o Chá de Bokashi inoculado com E.M. apresentou resultados mais básicos do que o esperado.

5.3.2 Medição da Condutividade

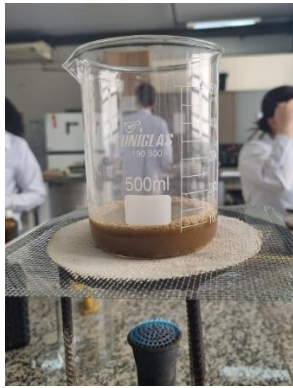
O grupo mediu primeiramente o Chá Bokashi inoculado com E.M. no dia 5 de agosto e, posteriormente o Chá inoculado com Kefir, dia 16 de agosto. Os resultados foram de 14.27 mS/cm e 9.85 mS/cm com temperaturas de 25,1°C e 27,6°C respectivamente. Os resultados foram abaixo dos valores do estudo de Hillberg (2020) que obtiveram valores entre 30.6 mS/cm e 31.4 mS/cm.

Depois de diluídas, as soluções apresentam uma condutividade 100 vezes menor, se adequando aos padrões máximos para fertilizantes e não prejudicando as plantas.

5.3.3 Teor de Carbono

O processo de análise do teor de carbono total, a partir dos resíduos orgânicos sólidos da calcinação, foi realizado durante 6 aulas práticas no laboratório da ETEC. O primeiro fertilizante fervido foi o proveniente dos E.M., utilizando a medida de 150ml e colocando em um béquer de 500ml (figura 18).

Figuras 18 e 19: Processo Fervura do Fertilizante



Fonte: Os Autores, 2024.

Após a fervura, os resíduos foram transferidos para um cadinho de porcelana previamente pesado (figura 19) e inseridos na mufla pré-aquecida. A amostra ficou no equipamento por 4 horas – até que adquirisse coloração branca - e depois de retirada (figuras 20 e 21), obtivemos sua massa resultante. O mesmo método foi utilizado com o fertilizante do Kefir no dia 29 de agosto.

A massa do chá de Bokashi já calcinado foi de 99,1137g para o E.M. e 82,73g para o Kefir. Subtraindo desses valores as massas dos cadinhos (98,7797g e 81,6728g) e dividindo o resultado pelo volume inicial do chá (200ml), obtivemos os teores de carbono, que estão expostos a seguir (quadro 7).

Quadro 7 - Amostras dos Fertilizantes após Calcinação

	E.M. Concentrado	Kefir Concentrado
Teor de Carbono	0,17%	0,53%

Fonte: Os Autores, 2024.

Os teores de carbono estão abaixo do idealizado pela legislação exposta no capítulo 3.5, com uma grande diferença entre os 3% requeridos e necessitando de um complemento orgânico para fornecer mais carbono aos fertilizantes. Os resultados diferem também do valor de 5.71% obtido por Hillberg (2020). Ainda assim, o chá de Bokashi de Kefir obteve um teor maior que o chá com E.M.

Figuras 20 e 21: Cinzas do Kefir e E.M. respectivamente



Fonte: Os Autores, 2024.

5.3.4 Teor de NPK

Os resultados da análise de NPK foram entregues pelo laboratório no dia 02 de outubro de 2024 em ppm (mg/kg) de acordo com as tabelas a seguir (quadros 8 e 9) com a posterior conversão para porcentagem em peso.

Quadro 8 - Análises de NPK no Chá de Bokashi de E.M.

Análise	Resultado	Porcentagem
Nitrogênio Total	1468,0 mg/kg	0,147%
Potássio	5952,0 mg/kg	0,595%
Fósforo Total	157,6 mg/kg	0,016%

Fonte: TECLAB, 2024

Esses dados mostram teores de nitrogênio e potássio de acordo com os valores teóricos para o chá de Bokashi comum (PAVLIS, 2021), somente o fósforo está um pouco abaixo do ideal.

Quadro 9 - Análises de NPK no Chá de Bokashi de Kefir

Análise	Resultado	Porcentagem
Nitrogênio Total	1490,0 mg/kg	0,149%
Potássio	3898,6 mg/kg	0,390%
Fósforo Total	274,8 mg/kg	0,027%

Fonte: TECLAB, 2024.

Para o Chá de Kefir, o valor de nitrogênio é o único que alcança o valor correto. Porém, ambos os fertilizantes não foram capazes de alcançar os teores ideais para

nutrir todas as necessidades de uma planta, necessitando de uma complementação nutricional para ser utilizado como biofertilizante principal.

Quadro 10 - Comparação entre os Parâmetros e os Resultados (em mg/kg)

Análise	Biofertilizante completo	Chá de Bokashi*	Resultado Kefir	Resultado E.M
Nitrogênio Total	15.000	295	1490,0	1468,0
Potássio	10.000	4300	3898,6	5952,0
Fósforo Total	2.000	960	274,8	157,6

Fonte: Tabela Adaptada de *Pavlis (2021) e *Machado (2022).

5.4 Testes de Crescimento de Hortaliças

Os vasos com os fertilizantes foram inoculados 36 dias antes de sua plantação (figuras 22 e 23). Portanto, os testes de crescimento em hortaliças tiveram início concreto com a plantação dos três vasos no dia 02 de agosto (figuras 24), cortando os maços de cebolinha para fazer as 6 mudas (figura 25) e inserindo em uma cavidade feita na terra do vaso.

Figuras 22 e 23: Inoculação dos Vasos com Chá Bokashi Produzido



Fonte: Os Autores, 2024.

Figuras 24 e 25: Plantação das Mudas Dia 02 de Agosto



Fonte: Os Autores, 2024.

Depois de um período de 20 dias, as mudas apresentaram um crescimento significativo, porém muito parecido entre si (quadro 11). A tabela a seguir foi idealizada a partir da medida da maior folha de cebolinha de cada muda presente nos vasos.

Quadro 11 - Comparação do Comprimento das Mudas

	Kefir	E.M	Controle
1º dia	7 cm	6,5 cm	7 cm
5º dia	19 cm	18 cm	20 cm
10º dia	22 cm	32 cm	30 cm
15º dia	27 cm	32 cm	30 cm
20º dia	28 cm	32 cm	30 cm

Fonte: Os Autores, 2024.

Após esse período, as plantas apresentaram um estancamento no crescimento e também mantiveram uma espessura muito fina, prejudicando o processo de comparação. As hortaliças plantadas na terra inoculada com os fertilizantes não obtiveram um crescimento maior significativo, isso pode ter ocorrido devido ao procedimento de cura da terra o líquido ou devido ao plantio inadequado das plantas.

5.5 Descarte de Resíduos

O grupo passou os restos sólidos da fermentação para uma composteira aeróbica caseira (figura 26), realizada em um jardim doméstico, onde foram misturados com terra.

Figura 26: Composteira Doméstica onde Resíduos Foram Depositados



Fonte: Os Autores, 2024.

O composto produzido nessa composteira foi utilizado depois de um período de algumas semanas em um jardim com plantas diversas, funcionando bem para adubação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compostagem Bokashi provou e prova até os dias atuais ser um método inovador e extremamente eficaz, conquanto que pouco conhecido. Sua realização permite a compostagem de alimentos que seriam destinados a um aterro sanitário e gerariam toneladas de gás carbônico. Por isso, seu desenvolvimento e experimentação, principalmente usando novos microrganismos pouco estudados (como é o caso do Kefir), é a ideia na qual baseamos esse trabalho.

Os diversos estudos nos quais baseamos a pesquisa, conceituam a compostagem e seu modo de preparação correto, assim como destacam os inúmeros benefícios da prática, como sua eficiência e adaptabilidade ao meio. O Chá Bokashi produzido no processo de fermentação é um dos protagonistas do processo, capaz de fornecer diversos nutrientes para as plantas e ainda ter outras utilidades após seu vencimento.

Além disso, sabe-se que os aterros sanitários e o desperdício de comida são grandes causas da emissão desenfreada de gás carbônico e conseqüente aquecimento global. O reaproveitamento dos restos alimentares é a solução mais viável e interessante para o problema, conscientizando as pessoas das questões ambientais e sociais, enquanto produz um produto agrícola eficiente.

A metodologia foi realizada em sua maioria nos laboratórios da ETEC Trajano Camargo, com exceção da análise de NPK. Dessa forma, o grupo conseguiu medir alguns dos parâmetros essenciais de ambos os Chás de Bokashi produzidos, como o pH, a condutividade e o teor de carbono, além da plantação de hortaliças para o teste de efetividade.

Com a finalização das análises, pôde-se verificar odor e coloração mais agradável para o Chá de Bokashi inoculado com Kefir, assim como menor tempo de fermentação. Os testes com hortaliças não apresentaram grandes diferenças no crescimento das mudas em terra curada com fertilizante e nas mudas-controle em terra comum. Já os teores de carbono e NPK tiveram resultados menores do que o esperado, necessitando-se complementar o líquido para que este forneça os nutrientes necessários às plantas.

Contudo, a partir dos resultados obtidos nas análises realizadas até então, é possível ter um parâmetro de comparação entre ambos os inoculantes, mostrando a eficiência do uso do Kefir. Para trabalhos futuros, a complementação do Chá de

Bokashi para aumento dos teores de carbono e NPK seriam ideais, assim como a implementação do processo no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

ABRE. **Alimentos**: Entenda a Diferença entre Perda e Desperdício. São Paulo: ABRE, 2020. Disponível em: <https://www.abre.org.br/sustentabilidade/alimentos-entenda-a-diferenca-entreperda-e-desperdicio/>. Acesso em: 04 jul. 2023.

ABREU, et al. **Caracterização de bio sólido e potencial de uso na produção de mudas de Schinus terebinthifolia Raddi**. Scielo, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019108265>. Acesso em: 01 out. 2023.

ARAUJO, J. L.; FAQUIN, V.; BALIZA, D. P.; ÁVILA, F. W. D.; GUERREIRO, A. C. **Crescimento e Nutrição Mineral de Cebolinha Verde Cultivada Hidroponicamente Sob Diferentes Concentrações de N, P E K**. 2. ed. Viçosa: Rev. Ceres, 2016. 232-240 p. v. 63.

ARAÚJO, M. F; et al. **Kefir de Água e Leite**: Composição Físico-Química Em Diferentes Substratos. RBONE. Disponível em: <https://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1036/861>. Acesso em: 07 abr. 2024.

BALTAZAR, S. S. F. **Efeitos Probióticos do Kefir**. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/38860/1/SABRINA_DE_S_A.pdf. Acesso em: 07 abr. 2024.

BENÍTEZ, R. O. **Perdas e Desperdício de Alimentos na América Latina e no Caribe**. FAO, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em: 04 jul. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020. **Ministro de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**: Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumosagricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-720.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**: Brasília, DF. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Biog%C3%A1sFert+-+Instru%C3%A7%C3%A3o+Normativa+25%2C+normas+sobre+fertilizantes+destinados+%C3%A0+agricultura.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2024.

CANTARELLA, H; TRIVELIN, P. C. O. **Determinação de Nitrogênio Inorgânico em Solo Pelo Método da Destilação a Vapor**. Campinas: Instituto agrônomo, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Heitor-Cantarella/publication/313645256_Determinacao_de_nitrogenio_inorganico_em_solo_pelo_metodo_da_destilacao_a_vapor_In_Analise_quimica_para_avaliacao_da_fertilidade_de_solos_tropicais/links/5a11a02da6fdccc2d79b2618/Determinacao-de-nitrogenio-inorganico-em-solo-pelo-metodo-da-destilacao-a-vapor-In-Analise-quimica-para-avaliacao-da-fertilidade-de-solos-tropicais.pdf. Acesso em: 12 mai. 2024.

CENTRO DE HORTICULTURA. **Aplicação correta dos fertilizantes em hortaliças.** Revista Cultivar. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/aplicacao-correta-dos-fertilizantes-em-hortalicas>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CROTTI, A. E. M. **Destilação por Arraste a Vapor.** Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7778849/mod_resource/content/1/Aula%2010%20-%20Destila%C3%A7%C3%A3o%20a%20vapor%20%2826-06-23%29.pdf. Acesso em: 12 mai. 2024

DIAS, W. C; et al. **Kefir: Características e Benefícios.** Revistas Científicas, IFRJ. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/1633>. Acesso em: 07 abr. 2024.

EMBRAPA. **Compostagem.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/compostagem> Acesso em: 25 fev. 2023.

FARNWORTH, E. R. **Kefir: a Complex Probiotic.** Food Research and Technology, New York, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2005.

HILLBERG, K. **Bokashi: Kitchen Waste Treatment Without Greenhouse Gas Emissions?** 2020. Disponível em: https://stud.epsilon.slu.se/16691/3/hillberg_k_210429.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

HOEHNE, L., et al. **Avaliação das técnicas de determinação de Nitrogênio por cromatografia iônica (IC) e por teor de nitrogênio total (TN) por quimiluminescência.** Tecno-Lógica, 2015.

HOLMES, M. **What Is Bokashi Composting?** Disponível em: <https://www.treehugger.com/what-is-bokashi-composting-5088917>. Acesso em: 25 out. 2023.

JACTO. **NPK: O Que é e Importância Para a Agricultura.** 2019. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/npk/#:~:text=Geralmente%2C%20os%20fabricantes%20de%20fertilizantes,uma%20%C3%A1rea%20de%2010%20m%C2%B2>. Acesso em: 01 out. 2024.

KAY, N. **How to Prepare a Beneficial Microorganism Mixture.** Disponível em: <https://www.permaculturenews.org/2012/02/04/how-to-prepare-a-beneficial-microorganism-mixture/>. Acesso em: 26 out. 2023.

LEGNAIOLI, S. **Bokashi: o que é, como fazer e benefícios** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/bokashi/>. Acesso em: 26 out. 2023.

LIBRETEXTS. **Determination of Phosphate by a Colorimetric Method.** 2024. Disponível em: https://chem.libretexts.org/Ancillary_Materials/Laboratory_Experiments/Wet_Lab_Ex

periments/Chemistry_in_Action_Laboratory_Manual/03%3A_Water_Analysis/3.03%3A_A_New_PaGe. Acesso em: 12 mai. 2024

MACHADO, A. W. **Função E Comportamento Dos Nutrientes Nas Plantas**. 2022. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/aspectos-gerais/nutrientes_361443.html. Acesso em: 01 out. 2024.

MAYER, J; et al. **How effective are 'Effective microorganisms (EM)'**? Results from a field study in temperate Climate Applied Soil Ecology. Zurique, Suíça. v.46, 2010, n.2 p.230-239. Acesso em: 25 out. 2023.

MCDONALD, Z. **All about Bokashi, the pest-free alternative to composting that's perfect for small Spaces** Disponível em: <https://www.insider.com/guides/home/bokashi-composting.com>. Acesso em: 24 out. 2023.

OAKES, K. **Do Cultivo ao Aterro, Desperdício de Comida Emite mais Gases Nocivos do Que a Maioria dos Países**. BBC News Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-52906561>. Acesso em: 04 jul. 2023.

PADTE, T. **pH 101: A Beginner's Guide to Accurate and Reliable pH Measurements** Disponível em: <https://insights.globalspec.com/article/21531/ph-101-a-beginner-s-guide-to-accurate-and-reliable-ph-measurements>. Acesso em: 11 mai. 2024.

PAÚL, F. **Os Efeitos do Desperdício Chocante de Alimentos no Mundo**. BBC News Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-56377418>. Acesso em: 04 jul. 2023.

PAVLIS, R. **Is Bokashi Tea (Bokashi Leachate) a Good Fertilizer?** Disponível em: <https://www.gardenmyths.com/bokashi-tea-fertilizer/>. Acesso em: 28 out. 2023.

PEIXOTO, M.; PINTO, H. S. **Desperdício De Alimentos: Questões Socioambientais, Econômicas e Regulatórias**. Senado Federal, 2016. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/boletins-legislativos/bol41>. Acesso em: 28 out. 2023.

PHSCALES. **pH Meter: Understanding Its Importance and Proper Usage**. Disponível em: <https://phscales.com/phscale/ph-meter/> Acesso em: 11 mai. 2024.

QUEVEDO, R.T. **Calcinção**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/calcinacao/> Acesso em: 05 jul. 2023.

REED, S. **All You Need To Know About The Bokashi Composting Method**. Disponível em: <https://betterhomesteading.com/homestead-garden/composting/bokashi-composting-method/>. Acesso em: 25 out. 2023

RIBEIRO, S. C. A. C. **Desenvolvimento de Equipamento Alternativo para Extração de Óleos Essenciais de Plantas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019.

SANTOS, M. A. L. D.; SANTOS, L. J. D. S.; SILVA, J. C. D.; SANTOS, D. P. D.; FILHO, R. R. G.; SANTOS, R. A. **Desempenho Agronômico e Análise Multivariada na Produção Da Cebolinha Verde Em Resposta A Lâminas De Irrigação E Níveis De Adubação Sintética**. Research, Society and Development, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11006/9868>. Acesso em: 24 set. 2024.

STAHEL, W. **The Circular Economy**. Nature 531, p. 435–438, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41597-021-00912-z#Fig1>. Acesso em: 26 fev. 2023.

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. B. **Bokashi: Adubo Orgânico Fermentado**. Niterói: Programa Rio Rural, 2013. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/livros/BOKASHI%20-%20ADUBO%20ORGANICO%20FERMENTADO.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2024.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2017. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1107200/1/Pt3Cap4C_arbonoenitrogeniototal.pdf. Acesso em: 12 mai. 2024.

THAJEE, K., et al. **Colorimetric Ionophore-Based Coextraction Titrimetry of Potassium Ions**. Suíça. Universidade de Geneva. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267018306019>. Acesso em: 12 mai. 2024

THATBACKYARD. **The Complete Guide To Bokashi Tea (What It Is & How To Use It)**. Disponível em: <https://thatbackyard.com/what-is-bokashi-tea-and-how-do-you-use-it/>. Acesso em: 28 out. 2023.

TOMÉ, V. D. **Levantamento De Carbono Orgânico Total (Cot) Dissolvido Nos Corpos De Água Superficiais Na Área Do Inpe-Cachoeira Paulista**. UNIVAP, 2012. Disponível em: <http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2020/07.18.18.00/doc/Vanessa%20Dani%C3%A9le%20Tom%C3%A9.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

TOWETT, G. **What Are Effective Microorganisms?** Disponível em: <https://www.permaculturenews.org/2016/01/19/what-are-effective-microorganisms/>. Acesso em: 25 out. 2023.

UFJF. **Método para Separação de Misturas: Cromatografia**. 2019. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/quimica/files/2018/03/Aula-5-Laborat%C3%B3rio-de-Fundamentos-de-Qu%C3%ADmica.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2024.

UKRS. **A Complete Guide to pH Meters**. Disponível em: <https://uk.rs-online.com/web/content/discovery/ideas-and-advice/ph-meters-guide> Acesso em: 11 mai. 2024.

UNEP. **Como o Desperdício de Alimentos está Destruindo o Planeta**. UNEP Environment

Programme, 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-ereportagens/reportagem/como-o-desperdicio-de-alimentos-esta-destruindo-o-planeta>. Acesso em: 04 jul. 2023.

VANDERLINDEN, C. **The Basics of Bokashi Composting**. Disponível em: thespruce.com/basics-of-bokashi-composting-2539742. Acesso em: 25 out. 2023.

VELP SCIENTIFICA. **Analisador Elementar EMA 502 CHNS-O - Marca VELP**. 2015. Disponível em: <https://instrulab.com.br/produto.php?p=analizador-elementar-ema-502-chns-o-marca-velp>. Acesso em: 12 mai. 2024.

WESCHENFELDER, S. **Caracterização de kefir tradicional quanto à composição físico-química, sensorialidade e atividade anti-*Escherichia coli***. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16409/000698836.pdf?sequence=1>. Acesso em: 7 abr. 2024.

ZAMBUDIO, S. **Alimentação Também é Fonte de Desperdício de Água, diz pesquisador**. Brasília: EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias//noticia/32792440/alimentacao-tambem-e-fonte-de-desperdicio-de-agua-diz-pesquisador>. Acesso em: 04 jul. 2023.