



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA – CVRM  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE – IEAA  
CURSO DE AGRONOMIA

**SUBPRODUTOS DA VERMICOMPOSTAGEM E COMPOSTAGEM  
USADOS COMO FERTILIZANTES PARA O DESENVOLVIMENTO DA  
PIMENTA BRS MOEMA (*Capsicum chinense*) NO PERÍODO DAS  
CHUVAS NA CIDADE DE HUMAITÁ-AM**

RAYANA DE ALMEIDA AZEVEDO

Humaitá – AM  
Fevereiro de 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA – CVRM  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE – IEAA  
CURSO DE AGRONOMIA

RAYANA DE ALMEIDA AZEVEDO

**SUBPRODUTOS DA VERMICOMPOSTAGEM E COMPOSTAGEM  
USADOS COMO FERTILIZANTES PARA O DESENVOLVIMENTO DA  
PIMENTA BRS MOEMA (*Capsicum chinense*) NO PERÍODO DAS  
CHUVAS NA CIDADE DE HUMAITÁ-AM**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Agronomia do Instituto de Educação, Ambiente e Agricultura da Universidade Federal do Amazonas, como pré-requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Dayron Rodrigues Soares  
Coorientadora: Prof. Dr. Perla Joana Souza Gondim

Humaitá – AM  
Fevereiro de 2023

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A994s Azevedo, Rayana de Almeida  
Subprodutos da vermicompostagem e compostagem usados como fertilizantes para o desenvolvimento da pimenta BRS MOEMA (Capsicum chinense) no período das chuvas na cidade de Humaitá-AM. / Rayana de Almeida Azevedo . 2023  
52 f.: 31 cm.

Orientador: Marcelo Dayron Rodrigues Soares  
Coorientadora: Perla Joana Souza Gondim  
TCC de Graduação (Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Pimenta BRS Moema. 2. Bioprodutos . 3. Fertilizante naturais.  
4. Composto orgânico. I. Soares, Marcelo Dayron Rodrigues. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA - CVRM  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE – IEAA  
CURSO DE AGRONOMIA

**SUBPRODUTOS DA VERMICOMPOSTAGEM E COMPOSTAGEM  
USADOS COMO FERTILIZANTES PARA O DESENVOLVIMENTO DA  
PIMENTA BRS MOEMA (*Capsicum chinense*) NO PERÍODO DAS  
CHUVAS NA CIDADE DE HUMAITÁ-AM**

RAYANA DE ALMEIDA AZEVEDO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Comissão Examinadora designada pelo Curso de Graduação em Agronomia em 27/02/2023 como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em 27 dias do mês de fevereiro do ano de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

---

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Dayron Rodrigues Soares  
Instituição: Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente/UFAM

---

Membro: Prof. Dr. Perla Joana Souza Gondim  
Instituição: Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente/UFAM

---

Membro: Engenheiro Agrônomo Matheus Mendonça Leite  
Instituição: Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente/UFAM

Dedico este trabalho a toda minha família:  
Tayson Antônio Ceron Rodrigues da Costa;  
Isabella Azevedo da Costa;  
Raimundo Aldenor Nogueira de Azevedo;  
Izanira da Conceição Galvão Almeida;  
Raimundo Natalino Almeida Azevedo;  
Acaccio Almeida Azevedo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força e coragem para vencer todos os obstáculos e dificuldades enfrentadas durante o curso, que me socorreu espiritualmente, dando-me serenidade e forças para continuar.

Ao meu pai Raimundo Aldenor e minha mãe Izanira Galvão que colaboraram de diversas formas, mesmo com as dificuldades que encontramos no caminho, em momento algum, me abandonaram, e isso foi fundamental para que eu pudesse chegar até aqui. Aos meus irmãos, Natalino e Acaccio pelo amor, carinho, as broncas e muitos conselhos, sei que era uma forma de me ajudar a continuar meus estudos.

Ao meu marido e companheiro, que é meu pilar e alicerce, que sempre me ajudou, aconselhou, secou minhas lágrimas, segurou a minha mão para que eu não abandonasse o curso. À nossa amada filha Isabella que me fez forte, me fez levantar a cabeça e seguir em frente, ultrapassando limites que nem eu mesma sabia que era capaz.

Aos amigos Lenilson Aguiar, Germano Schutz e Elieti Machado que estiveram comigo desde o início dessa jornada, jamais esquecerei das nossas conversas, conselhos, incentivo, brincadeiras, tardes de tererê, de vez em quando uma cervejinha e dos perrengues da vida e da faculdade.

Aos amigos que levarei para sempre comigo, Adelvanir Albuquerque, Antônio Castro, Alessandra Maciel, Christianne Santos, Estefani Oliveira, Juzele Gomes, Lizomar Silva, Marília Santos, Thamiris Machado, que juntos passamos dias, tardes e noites em claro, estudando, debatendo, de vez em quando fofocado e tomando um cafezinho.

As minhas cobrinhas venenosas Mara Leite, Vanderléia Araújo, Santana Neta, Wilard Magalhães, que me apoiaram, incentivaram, deram palavra de conforto no momento em que mais precisei.

Ao meu orientador, Dr. Marcelo Dayron Rodrigues Soares pela sua dedicação, paciência e disponibilidade em me orientar. À minha coorientadora Prof. Dr. Perla Joana Souza Gondim, pela paciência, coerência, clareza e dedicação em seus ensinamentos. Uma pessoa a quem sempre terei um enorme respeito em consideração por tudo àquilo que fez por mim na vida acadêmica. Ao Matheus Mendonça Leite que aceitou o convite de participar deste trabalho e também por incentivar a continuar neste curso.

Agradeço a todos aqueles que me ajudaram e que estiveram presentes durante a realização desta difícil jornada.

## RESUMO

As consequências causadas pelo despejo inadequado de resíduos sólidos orgânicos trazem consigo impactos como a poluição visual do solo e a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, além dos impactos que afetam diretamente na saúde e qualidade de vida da população. Contudo a utilização dessa matéria orgânica como bioprodutos para fertilização para agricultura é essencial para a qualidade e conservação da fertilidade do solo. Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo avaliar o desenvolvimento das sementes da pimenta BRS Moema (*Capsicum chinense*), através da aceitação de diferentes misturas de resíduos orgânicos, provenientes dos processos de biodegradação e decomposição aeróbica produzidos no período chuvoso na cidade de Humaitá-AM. A revisão de literatura seguiu o método bibliográfico-documental, proporcionando o aporte teórico na elaboração do texto e adaptando metodologias já existentes de práticas de semeadura e acompanhamento do desenvolvimento de culturas. Os resultados obtidos neste trabalho, apontam que o processo de compostagem é o mais resistente aos impactos causados pelo excesso de água precipitada nas chuvas dessa região, por obter um desempenho de velocidade na germinação em 4,6 dias corridos do desenvolvimento, porém a vermicompostagem obteve esse desempenho em 5 dias e também pode ser ideal para tratamento de resíduos orgânicos provenientes de domicílios ou comércios. Quando comparados os parâmetros de avaliação da altura e o crescimento das raízes a vermicompostagem apresentou raízes mais profundas e estaturas maiores em relação as mudas da compostagem, que obtiveram um desempenho melhor na quantidade de plantas desenvolvidas. Diante o exposto, pode-se concluir que os tratamentos obtiveram resultados satisfatórios, porém o excesso de água das chuvas pode causar adversidades e diminuir a taxa de germinação assim como no desenvolvimento da pimenta biquinho.

Palavras chaves: Pimenta BRS Moema, Bioprodutos; Fertilizante natural; Biodegradação, Composto orgânico.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização das vermicomposteiras.....	21
Figura 2. Mapa de localização das composteiras.....	22
Figura 3. Vermicomposteira.....	23
Figura 4. Bioproduto do processo de vermicompostagem.....	27
Figura 5. Processo de tratamento dos resíduos orgânicos por compostagem.....	30
Figura 6. Família de Gambás (Mucura) dormindo dentro de uma leira.....	30
Figura 7. Fase da semeadura da pimenta BRS Moema (Biquinho).....	32
Figura 8. Germinação das sementes da pimenta BRS Moema (Biquinho).....	33
Figura 9. Plântulas da pimenta BRS Moema (Biquinho).....	33
Figura 10. Desenvolvimento da semente de pimenta BRS Moema.....	34
Figura 11. Desenvolvimento por tratamento.....	35



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação na cidade de Humaitá-AM.....	26
Tabela 2. Dados sobre tamanho da raiz e crescimento total das mudas da pimenta Biquinho utilizando o produto da vermicompostagem.....	36
Tabela 3. Dados sobre tamanho da raiz e crescimento total das mudas da pimenta Biquinho utilizando o produto da compostagem.....	36
Tabela 4. Análise de variância e teste de Tukey referente à altura da pimenta biquinho no processo de vermicompostagem.....	37
Tabela 5. Análise de variância e teste de Tukey referente ao crescimento das raízes das mudas de pimenta biquinho no processo de vermicompostagem.....	39
Tabela 6. Análise de variância e teste de Kruskal-Wallis referente à altura das mudas de pimenta biquinho no processo de compostagem.....	41
Tabela 7. Análise de variância e teste de Kruskal-Wallis referente ao crescimento das raízes das mudas de pimenta biquinho no processo de compostagem.....	44

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Temperatura das vermicomposteiras adaptadas.....	29
Gráfico 2. Medidas de temperatura da compostagem.....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1	Objetivo geral .....	13
2.2	Objetivos específicos .....	13
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
3.1	Resíduos orgânicos .....	14
3.2	Potencial agrônômico dos produtos orgânicos .....	15
3.3	A vermicompostagem .....	16
3.4	O processo de compostagem.....	17
3.5	Legislação para resíduos destinados a compostagem e vermicompostagem no amazonas.....	19
3.6	A BRS Moema ( <i>Capsicum chinense</i> ) .....	20
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
4.1	Área de estudo .....	21
4.2	Montagem da vermicomposteira .....	22
4.3	Caracterização dos resíduos orgânicos .....	23
4.4	Tratamentos .....	24
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO E RESULTADOS</b> .....	<b>26</b>
5.1	Resultados obtidos pelo processo de vermicompostagem .....	26
5.2	Condições ambientais no interior das vermicomposteiras.....	27
5.3	Do processo de compostagem.....	29
5.4	Avaliação da germinação e desenvolvimento das sementes BRS Moema.....	32
5.5	Análises estatísticas .....	34
5.5.1	Vermicompostagem.....	37
5.5.2	Compostagem .....	41
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	

# 1 INTRODUÇÃO

Na zona rural e urbana do município de Humaitá-AM a coleta e a disposição final de resíduos orgânicos são um problema, pois este município não possui tratamento adequado para esses tipos de resíduos, que podem trazer consequências como a poluição visual do solo e das águas superficiais, além dos impactos que afetam diretamente na saúde e qualidade de vida da população. Contudo a utilização da matéria orgânica como fertilizante para agricultura é essencial para a qualidade do solo e conservação da fertilidade, contribuindo para a melhoria da produtividade nos sistemas produtivos.

Para Couto (2014), a geração de resíduos sólidos é um problema cultural e ambiental, pois a gestão e o gerenciamento da fração orgânica gerada na maioria dos municípios não são eficientes e nem eficazes, chegando à estimativa percentual média é de 51,4% da produção de resíduos orgânicos produzidos na maioria dos centros urbanos.

Na cidade de Humaitá a massa de resíduos orgânicos gerados em apenas 04 rotas, após separação gravimétrica, chega ao percentual de 58% de materiais orgânicos. Em outra pesquisa direcionada apenas ao conjunto Uruapiara, localizado no Bairro São Cristóvão da cidade de Humaitá, esse percentual de M. O. chegou aos 40% (OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA, et al. 2017).

Para Quintela (2014) o manejo dos resíduos sólidos urbanos e as taxas de geração per capita vêm aumentando gradativamente, devido ao crescimento populacional desordenado e aumento no consumo da população. Fatores que refletem na geração de resíduos sólidos e orgânicos.

E diante desse contexto podemos considerar que a compostagem e a vermicompostagem podem ser alternativas para tratamento residual da fração orgânica gerada no município de Humaitá-AM, visto que são técnicas que podem ser adaptadas as condições locais do empreendimento comercial ou em áreas residenciais. Além de poder gerar renda com a produção e comercialização de subprodutos orgânicos tais como: composto orgânico ou adubo orgânico; humus de minhoca (bioadubo ou bioproduto); minhocas para pesca (iscas vivas) e biofertilizantes.

Essa pesquisa buscou realizar testes comparativos entre o uso do subproduto produzido pelos processos de compostagem *versus* vermicompostagem, quando aplicados no desenvolvimento das sementes da pimenta BRS Moema (*Capsicum chinense*), conhecida também como pimenta biquinho no período das chuvas na Amazônia.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

✓ O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho no desenvolvimento da pimenta BRS Moema (*Capsicum chinense*), através da aceitação de diferentes misturas de resíduos orgânicos, provenientes dos processos de vermicompostagem e compostagem em pequena escala produzidos em período chuvoso na cidade de Humaitá-AM.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ✓ Caracterizar os resíduos orgânicos a serem utilizados nos processos de vermicompostagem por minhocas *Eisenia foetida* (Vermelha da Califórnia) e compostagem;
- ✓ Comparar as diferenças de temperaturas entre os processos decomposição e biodecomposição da matéria orgânica;
- ✓ Analisar o desenvolvimento da pimenta biquinho diante das diferentes dosagens dos subprodutos da vermicompostagem e compostagem.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Resíduos orgânicos

A produção da matéria orgânica pode ocorrer utilizando os resíduos disponíveis no próprio domicílio ou residência ou até mesmo em empreendimentos de maior dimensão e escalas. Para Nunes (2009) o adubo produzido é rico em nutrientes e matéria orgânica e contribuem em muito para o desenvolvimento e a nutrição das plantas e a manutenção da vida e da fertilidade do solo, e esses resíduos não devem ser usados na forma “in natura”.

A matéria orgânica do solo desempenha papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas agrícolas, influenciando atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com reflexo na estabilidade e produtividade dos agroecossistemas. A ciclagem da matéria orgânica do solo é controlada por taxas de deposição, decomposição e renovação dos resíduos que ocorrem de forma dinâmica (COSTA, et al., 2013).

Os resíduos orgânicos presentes no solo podem ser de origem vegetal, animal e de subprodutos das suas alterações. A principal fonte de deposição de materiais orgânicos no solo é a vegetação. O volume de matéria orgânica do solo (MOS) é determinado através do equilíbrio entre a entrada de matéria orgânica e a saída de CO<sub>2</sub> (MULVANEY et al., 2010).

Também é matéria que deriva do que em algum momento foi um organismo vivo, é matéria decomposta ou em decomposição. Essa decomposição envolve processos físicos e químicos que ocorrem em matas, parques e quintais. Os processos físicos são realizados por invertebrados como ácaros, centopeias, besouros, minhocas, lesmas e caracóis que transformam os resíduos em pequenas partículas (MACIEL, 2014).

Os resíduos orgânicos utilizados na compostagem, são da escolha do produtor, de acordo com Inácio (2009), na agricultura e na pecuária temos os restos de culturas agrícolas, partes folhosas de vegetais ou cascas de grãos, frutos não comercializados, esterco de criações de animais, como ruminantes, equinos, suínos e aves. Todos esses materiais podem ser aproveitados na compostagem, como uma forma de tratamentos destes resíduos, e para reciclagem de nutrientes e matéria orgânica na lavoura através da aplicação do composto orgânico nos solos.

Seguindo o posicionamento do mesmo autor, as indústrias de transformações de matéria prima florestais como a indústria de celulose que geram as polpas e as madeiras e serrarias que geram pó de serra e maravalhas. Parques indústrias com seus refeitórios para funcionários geram restos de alimentos e restos de manutenção das áreas verdes.

Os resíduos orgânicos domésticos podem ter muito valor após a compostagem e a vermicompostagem. Após esses dois processos, os restos de comida, cascas de frutas, papéis, grama, restos de folhagens, restos de capina, pó de café, etc., podem servir como excelentes fontes de nutrientes para as plantas, sem esforço e custo, em um pequeno espaço, melhorando inclusive as condições do ambiente (AQUINO, et al., 2005).

O interesse no uso de resíduos orgânicos na agricultura brasileira, quando devidamente tratados e, ou, compostados, está fundamentado nos elevados teores de C de compostos orgânicos (CO) e de nutrientes neles contidos, no aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) e na neutralização da acidez. Aumentar os teores de CO e de nutrientes do solo pode significar melhorias nas suas propriedades físicas e químicas e, conseqüentemente, incrementos na produtividade e na qualidade dos produtos agrícolas, bem como redução nos custos de produção (ABREU JR, et al., 2005).

### **3.2 Potencial agrônômico dos produtos orgânicos**

As formas de tratamento para os resíduos orgânicos, são considerados uma problemática ambiental no município de Humaitá e demais municípios da região amazônica, pois quando despejados de forma inadequada podem prejudicar os ecossistemas e à saúde humana. Diante disso os processos de compostagem e vermicompostagem são formas diferentes e adequadas para tratamento e reciclagem desses resíduos orgânicos (COSTA, 2017).

O composto de lixo ou composto de resíduos sólidos urbanos também é um resíduo de composição predominantemente orgânica, resultante de processos de decomposição aeróbia e termofílica da fração orgânica do lixo doméstico por comunidades microbianas quimiorganotróficas existentes no próprio lixo, transformando-se, então, em fertilizantes orgânicos. Os compostos não-orgânicos ou materiais inertes recicláveis, como plásticos, vidros, metais, papéis e papelão, são previamente retirados (KIEHL, 1985; ABREU JR et al., 2005).

Os resíduos orgânicos podem constituir uma fonte de poluição do solo, recursos hídricos e um meio de proliferação de insetos quando dispostos de forma inadequada no meio ambiente. No Brasil é baixa a proporção de resíduos que efetivamente são reciclados, sendo a maioria encaminhada para aterros sanitários, em lixões ou descartados ao ar livre. Desse modo, surgiram legislações que almejam a gestão ordenada desses resíduos, tais como a Lei Federal nº 12.305/2010 que estipula a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que visa uma destinação e disposição final ambientalmente adequada a esses resíduos (BRASIL, 2010).

Dentre as alternativas de disposição desses resíduos, sólidos e líquidos, a reutilização é uma das opções mais relevante sob o ponto de vista econômico, ambiental e, muitas vezes, social. A reutilização desses resíduos representa um benefício imensurável, pois, permite a minimização do passivo ambiental gerado pelo descarte inadequado (PIRES; MATTIAZZO, 2008).

Verifica-se ainda como benefício que a disposição desses resíduos na agricultura, reduz um problema crônico do país, podendo, o descarte em aterros sanitários, agravar os problemas ambientais que, na maioria das vezes, não atendem aos padrões de qualidade, permitindo que os chorumes produzidos possam alcançar os lençóis freáticos (PIRES; MATTIAZZO, 2008).

O tratamento dos resíduos orgânicos pode ser realizado através da compostagem, resultando em um composto humificado com potencial de utilização na agricultura (JUNIOR et al., 2005). Um método alternativo para este tratamento de resíduos sólidos orgânicos é a vermicompostagem, processo que inclui minhocas à técnica de compostagem de forma a transformar os materiais de origem orgânica em composto estabilizado (AQUINO et al., 1992).

Tanto o composto como o vermicomposto são capazes de promover melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, disponibilizando macro e micronutrientes para a solução que, prontamente, estarão disponíveis às plantas, além de auxiliar na retenção de umidade (MALAFAIA et al., 2015).

### **3.3 A vermicompostagem**

A vermicompostagem é um processo de dois estádios de compostagem: o primeiro, em que a fração orgânica dos resíduos é compostada até atingir a temperatura ambiente, de acordo com métodos convencionais, como por exemplo, o sistema aberto (KIEHL, 1985); o segundo, constituindo-se da adição de minhocas à fração orgânica compostada para que a mesma, após um determinado período, seja convertida em húmus (HARRIS et al., 1990).

Embora os microrganismos sejam responsáveis pela degradação bioquímica da matéria orgânica, as minhocas são as principais responsáveis pelo processo de fragmentação e condicionamento do substrato. As minhocas trituram a matéria orgânica, melhorando as características físicas: pois aumenta a capacidade de retenção de água, diminui a compactação de solos argilosos e promove a agregação de solos arenosos, químicas: libera os nutrientes mais lentamente, diminuindo as perdas por lixiviação e biológicas: reduzindo gradualmente a relação



C/N, aumentando a área superficial exposta a ação microbiana, tornando assim, o material mais facilmente decomposto (DOMINGUEZ, 2004).

Em uma unidade de vermicompostagem, as minhocas revolvem, fragmentam e promovem o arejamento dos substratos orgânicos sendo a sua função essencialmente física. Também ocorre a bioxidação dos substratos orgânicos envolvendo a ação conjunta, simbiótica e em regime de mutualismo de espécies de minhocas em conjunto com a fauna microbiana – bactérias, fungos e acnomicetas. (KIEHL, 1985; LOURENÇO, 2010).

As espécies mais utilizadas no processo são as espécies *Eisenia Foetida*, *Eisenia andrei* e *Eudrilus eugeniae* que se alimentam de resíduos orgânicos em decomposição, possuem alta taxa de reprodução em cativeiro, crescimento rápido e convertem uma grande quantidade de vermicomposto (AQUINO, 2009).

A vermicompostagem, diferentemente da compostagem comum não necessita de revolvimentos, a movimentação das minhocas revolve o substrato. A umidade é fator limitante para o processo, o ideal é manter a umidade do substrato de 60% a 70% (AQUINO et al, 2005).

A cobertura adequada da vermicomposteira aumenta a eficiência do processo, ocasiona um leve aquecimento, mantém a umidade e deixa o ambiente escuro, apropriado para uma degradação mais rápida dos resíduos, já que as minhocas são fotofóbicas e sensíveis às oscilações de temperatura (GARCIA et al, 2016).

O tempo para a maturação do vermicomposto depende do tipo de resíduos, espécie e quantidade de minhocas e dos processos de manutenção e monitoramento. O vermicomposto pode ser aplicado no solo, servindo como corretivo, fertilizante e aumentando a diversidade microbiana nos solos. Diminui a necessidade do uso de fertilizantes, herbicidas, fungicidas e inseticidas (LOURENÇO, 2010).

O húmus acarreta ao solo vários benefícios, entre eles o aumento da porosidade, o acréscimo da oxigenação, melhoria na habilidade de absorção de nutrientes pelas plantas, crescimento de microrganismos, redução da necessidade de adubo químico, atenuação dos custos da produção e pode ser empregado em todos os tipos de culturas vegetais (GARCIA et al, 2016).

### **3.4 O processo de compostagem**

A compostagem consiste na primeira etapa para transformar os resíduos domésticos numa forma mais estável, seguida à vermicompostagem que além de acelerar o processo final de estabilização promove melhor aparência ao adubo. Esse adubo orgânico quando adicionado

ao solo, melhora as suas características físico-químicas e biológicas, levando vida ao solo, e melhorando a quantidade de nutrientes. Esse adubo orgânico poderá ser utilizado para adubar frutíferas e hortaliças contribuindo para aumentar a produção de alimentos em áreas urbanas (AQUINO, et al., 2005).

Um processo de compostagem eficiente não depende necessariamente de utilização de tecnologia sofisticada. É necessário um controle da qualidade dos resíduos que serão processados e monitoramento do processo, como forma de garantir a produção ambientalmente correta de um composto orgânico (REIS, 2005). Os microrganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica absorvem carbono (C) e nitrogênio (N), sendo o tempo necessário para que ocorra a decomposição e a consequente mineralização, governado pela relação entre C e N da matéria-prima (KIEHL, 1985).

A compostagem é um processo de decomposição biológica realizada de forma aeróbia, exotérmica e totalmente controlada, onde os substratos orgânicos são decompostos por meio da ação de microrganismos, com liberação de CO<sub>2</sub>, e vapor de água, produzindo, ao final do processo, um produto altamente estável, rico em nutrientes e matéria orgânica e mais humificado, com propriedades e características diferentes do material de origem (REIS, 2005).

A compostagem de materiais orgânicos apresenta diversas vantagens ambientais, dando destaque para decomposição de matéria orgânica, tornando um material de rápida mineralização no solo, deve-se dar enfoque à reciclagem de nutrientes, o destino dos materiais orgânicos de aterros sanitários e a redução na emissão de gás metano resultante de processos anaeróbicos de decomposição (INACIO et al., 2009).

Segundo Kiehl (2004), considerado um dos maiores especialistas em compostagem, existem três fases comuns nos variados métodos de aplicação da tecnologia, as quais podem ser determinadas por diferentes características da massa em degradação ao longo do tempo. A primeira fase inicia assim que os materiais são misturados e encaminhados para os reatores ou pátio de compostagem, onde sob condições adequadas, os microrganismos iniciam o consumo da matéria de fácil degradação, utilizando principalmente compostos solúveis prontamente disponíveis e parte da celulose, o que leva a multiplicação exponencial de bactérias, liberação intensa de calor, gás carbônico e água (DOUBLET et al., 2011).

Após as fontes de carbono mais imediatas serem exauridas, inicia-se a segunda fase, denominada de bioestabilização, quando é comum o ataque microbiano nas frações mais resistentes, como a hemicelulose e lignina (CORRÊA et al., 2012). Na última fase do processo, ocorre a humificação, onde a fração lignina, os produtos mineralizados e a biomassa morta dos

microrganismos, resultam na formação de húmus, o que fornece um composto com coloração escura, cheiro de terra e grande capacidade de retenção de água e nutrientes (PEREIRA NETO, 2007).

### **3.5 Legislação para resíduos destinados a compostagem e vermicompostagem no Amazonas**

A Lei orgânica do município de Humaitá-AM em seu capítulo VII, sobre saneamento, dispõe no artigo 184º sobre os resíduos sólidos domiciliares que serão depositados em aterros sanitários e/ou controlados ou encaminhados às usinas de reciclagem e compostagem de resíduos, não sendo em qualquer circunstância permitido o seu depósito a céu aberto. Esse artigo é o único desta lei que trata sobre o processo de compostagem.

Contudo o capítulo IV, no qual trata da política agrícola, em seu artigo 171º abre uma série de incrementos destinados aos produtos provenientes do setor primário, esse artigo pode ser uma oportunidade para instalação de uma usina de compostagem e vermicompostagem administrados pelo setor privado ou pelo poder público, isso dependerá da vontade dos mesmos e das devidas licenças sanitárias e ambientais pertinentes.

Já a lei nº 4457 de 12 de abril de 2017, institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Amazonas - PERS/AM, e dá outras providências, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, assim como sobre a gestão e gerenciamento integrado dos resíduos sólidos e responsabilidade compartilhada pelo setor público, setor empresarial e sociedade civil.

No que confere à legislação no Estado do Amazonas em relação a compostagem, somente em 01 de outubro de 2021 foi aprovada a Lei Nº 2.791 que dispõe sobre a instituição do Programa Municipal de Compostagem de Resíduos Orgânicos.

A lei visa a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos orgânicos por meio do processo de compostagem. Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (MANAUS, 2021).

Acerca da Vermicompostagem para o estado do Amazonas não foi identificado nenhum regulamento que especifique tal modalidade, motivo que reforça a ideia de que novas legislações devem ser criadas para regularizar a atividade, visto que na Internet já existe mercado comercial tanto para o composto orgânico quanto para o derivado das biodegradações por minhocas.

### 3.6 A BRS Moema (*Capsicum chinense*)

Esse gênero é exclusivo das Américas e expandiu-se pelo mundo no século XVI, quando o relacionamento entre as populações europeias e os povos indígenas foi intensificado (COUTO, 2014; SILVA, 2016; COSTA, 2017). Para Nuez e colaboradores, (1998) vários registros arqueológicos indicam que o gênero *Capsicum* já vinha sendo consumido há pelo menos 8.600-5.600 a.C. nas regiões andinas do Peru, e há 6.500-5.500 a.C. no México.

A pimenta-biquinho, também conhecida pelo nome de pimenta-de-bico ou pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*), está entre as espécies de pimenta mais consumidas no Brasil (JORGE et al., 2018). Sem pungência ou ardume, possui frutos aromáticos, crocantes, saborosos e atendem à demanda de consumidores que não apreciam pimentas com ardume (OLIVEIRA et al., 2018).

A pimenta ‘Biquinho’ é uma variedade que tem ganhado destaque em pesquisas científicas. Devido a sua utilização como complemento estético de pratos em restaurantes, ficando em segundo plano suas propriedades benéficas. Isso tem chamado a atenção de pesquisadores, devido à inexistência de pungência esta espécie tem agrado o paladar de indivíduos em diversas idades (DANTAS, 2015).

Sua planta é arbustiva medindo em média de 0,6 a 1,5 metros de altura e cerca de um metro de diâmetro, seguindo a média das demais variedades deste grupo. Suas folhas e caules podem ser caracterizados por serem glabros e com rara pubescência. As folhas são ovais e na maioria delas lisas, medindo de 0,5 a 1 cm de comprimento e com tonalidade verde claro até escuro. Suas flores aparecem de três a cinco por nó e são hermafroditas (EMBRAPA, 2010; REIFSCHNEIDER, 2000). Os frutos exibem uma coloração verde, quando imaturos; alaranjada na fase de maturação intermediária, sendo nesta etapa ricos nos carotenóides  $\beta$ -caroteno e violaxantina, e vermelha quando maduros; nesta última passam a revelar um maior percentual do carotenoide capsantina e capsorubina, pigmentos responsáveis pela coloração vermelha intensa e contribui com mais de 60% do total de carotenóides presentes na variedade (BOSLAND e VOTAVA, 2000; NEITZKE et al., 2015).

Após a colheita, as pimentas são altamente perecíveis sendo afetadas por alguns processos degradativos relacionados com a temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento ou de comercialização (OLIVEIRA et al., 2018). Em sua forma in natura ou fresca, imatura ou madura, seu mercado é relativamente pequeno, na maioria das vezes, são processadas na forma de conservas, desidratadas, molhos e geleias (MARTINS et al., 2015).

## 4 METODOLOGIA

Considerando a necessidade de se dar destino a certos resíduos, sejam eles industriais ou domiciliares, e para aprimorar as ideias sobre o potencial fertilizante gerado pelos processos de vermicompostagem e compostagem. Foi verificado o tempo de desenvolvimento (germinação, tamanho da raiz e crescimento) das sementes da pimenta BRS Moema (*Capsicum chinense*), também chamada de pimenta biquinho com a utilização do composto e vermicomposto.

A revisão de literatura foi realizada seguindo o método bibliográfico-documental, proporcionando o aporte teórico na elaboração do texto e tornando possível o entendimento histórico em que a temática se inserida, seguindo as diretrizes propostas por Pimentel, (2001); Souza e colaboradores, (2010) e Pizzani et al., (2012).

### 4.1 Área de estudo

O local da pesquisa foi no município de Humaitá coordenadas geográficas 07°30'43,89" S (sul) e 63°01'20,66" W (oeste), nos endereços: Rua Cidade de Bauru n° 601, Bairro Centro e Rua Circular Municipal, s/n, Bairro Centro ver na (Figura 1 e 2 respectivamente). O período de estudo foi de 90 dias para as vermicomposteiras adaptadas e 87 dias para as composteiras, levando-se em consideração os finais de semana e feriados. Tendo início das atividades de avaliação no final do mês de outubro de 2022 até o dia 24 de fevereiro de 2023.

Figura 1. Mapa de localização das vermicomposteiras.



Fonte: Própria autoria (2023)

Figura 2. Mapa de localização das composteiras



Fonte: Própria autoria (2023)

#### 4.2 Montagem da vermicomposteira

Para a construção das vermicomposteiras foi necessário o uso da Furadeira, de brocas para madeira de 8mm; 6mm; 3mm, tela de proteção verde para manter insetos longe dos resíduos prevenindo a proliferação de lavas e para impedir a fuga das minhocas e acesso ao compartimento destinado para coletar o chorume, DUREPOX massa química de fixação e torneira com bitola e comum para facilitar a retirada do chorume orgânico produzido pela biodegradação da minhocultura.

A vermicomposteira adaptada, será construída de acordo com o método desenvolvido pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER), que consiste em 03 estruturas cilíndricas de PVC, medindo 30cm de diâmetro e 35cm de comprimento, sendo necessário a perfuração à sua volta de pequenos orifícios para facilitar a circulação de ar oxigênio sobre o composto e na parte interior dos cilindros, ver Figura 3. O sistema será mantido isolado com a finalidade de não permitir a entrada de moscas e outros insetos, mas sim o fluxo de ar pelos furos na lateral e na parte de cima cilindro principal, a estrutura será posicionada em uma área na residência em local protegido da chuva e do sol.

Figura 3. Vermicomposteira



Fonte: Própria autoria (2023)

O cilindro do meio será coberto com uma camada de 5cm de terra com serragem úmidos, retirados de uma pequena horta familiar existente no local, para abrigar as minhocas. A quantidade de resíduos a ser tratada na vermicomposteira será calculada com base nas informações de que um indivíduo da espécie *Eisenia foetida* consome a quantidade de matéria orgânica igual à sua massa diariamente (BIDONE; POVINELLI, 1999). Vale ressaltar que essa espécie de minhoca foi adquirida através do site mercadolivre.com.br.

Para a biodegradação por vermicompostagem, foram utilizados cerca de 1000 indivíduos adultos de minhocas da espécie *Eisenia foetida*, juntas somaram o peso total de 528g, a média do comprimento desses indivíduos é de 5,5cm. Essas minhocas se encarregaram de acelerar a decomposição ao se alimentar da matéria orgânica úmida.

E a produção do composto orgânico por compostagem, sucedeu-se através de duas composteiras em leiras, localizadas nos fundos do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente (IEAA), na Rua Circular Municipal, São Pedro, onde foram despejados diversos tipos de resíduos orgânicos misturados ao solo.

#### 4.3 Caracterização dos resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos que a serem utilizados na alimentação da vermicomposteira e composteira foram coletados em residências e estabelecimentos comerciais de hortifrutí. Vale

ressaltar que o material a ser coletado será apenas de resíduos que seriam descartados para lixão controlado da cidade de Humaitá-AM, e foram selecionadas cascas de frutas, cascas de legumes, frutas e legumes com o tempo de prateleira exaurido. Esses resíduos foram coletados em dois estabelecimentos comerciais localizados ao lado do Hotel Macedônia, BR-230 e na esquina da Rua Antero Riça com a BR-230.

A caracterização da parcela de resíduos compostáveis foi de grande importância, pois evitou contaminações por insetos e outros vetores indesejados, pois estes podem afetar drasticamente o processo de vermicompostagem, causando mau cheiro o surgimento de outras espécies de lavas, minhocas, formigas, ratos, baratas entre outros artrópodes menores que possam competir e causar a diminuição do número de minhocas.

#### **4.4 Tratamentos**

O plantio das sementes foi realizado em 40 sacos plásticos de cor preto, confeccionados pelo material polietileno, medindo cerca de 17 x 5 cm, adaptando a metodologia proposta por Gonçalves et al., (2009). No cultivo foram utilizados cinco tratamentos para o produto derivado da compostagem sendo: (T1) composto orgânico; (T2) composto orgânico + pó de serra; (T3) composto orgânico + esterco bovino; (T4) composto orgânico + caroço de açaí; (T5) composto orgânico + caroço de açaí, esterco bovino e pó de serra.

E cinco tratamentos para o produto da vermicompostagem sendo: (T1) vermicomposto orgânico; (T2) vermicomposto orgânico + pó de serra; (T3) vermicomposto orgânico + esterco bovino; (T4) vermicomposto orgânico + caroço de açaí; (T5) vermicomposto orgânico + caroço de açaí, esterco bovino e pó de serra. O delineamento para este estudo foi inteiramente casualizado.

Para cada tratamento foram realizadas 4 repetições com 2 sementeiras, totalizando 40 amostras. Nesse procedimento ocorreram o plantio de 2 (duas) sementes a profundidade de 1cm. A avaliação do crescimento da espécie *Capsicum chinense* foi realizada em todas as repetições, mas apenas considerou-se as plantas com estaturas maiores que as demais, as quais foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey à 5% de probabilidade com o programa “R Studio” de análises estatísticas.

A temperatura foi avaliada com a utilização de um termômetro de mercúrio do tipo simples, o qual foi possível estabelecer a comparação entre os processos estudados por este experimento.



E por fim a comparação entre o desenvolvimento da cultura da pimenta BRS Moema (*Capsicum chinense*) cultivadas com fertilizantes produzidos através dos processos de compostagem e vermicompostagem nesse experimento. Vale ressaltar que as sementes utilizadas neste trabalho foram coletadas de uma produção orgânica residencial. A taxa de germinação foi obtida através da equação:

**Equação 1.** Fórmula para calcular a taxa de germinação

$$G = \left(\frac{N}{A}\right) \cdot 100$$

Onde:

G = Porcentagem de germinação;

N = Número de sementes germinadas;

A = Número de sementes da amostra;

Já o índice de velocidade da germinação foi calculado através da equação:

**Equação 2.** Fórmula para calcular o Índice de Velocidade da Germinação

$$IVG = \sum \left(\frac{n}{t}\right)$$

Onde:

IVG = Índice de Velocidade da Germinação;

n = número de sementes que germinaram no tempo;

t = tempo após a instalação do experimento;

## 5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a precipitação acumulada para 30 dias, entre os meses de outubro de 2022 até fevereiro de 2023, esses dados são fundamentais para o entendimento dos fatores ocorridos no desenvolvimento da pimenta BRS Moema e no comportamento da temperatura no interior da vermicomposteira e na composteira. Podemos observar a variação exponencial na intensidade de precipitação que vaiam de 180 mm até 300 mm de chuvas de acordo com as faixas de classificação disponibilizadas no sítio *on line* do INMET.

Tabela 1. Precipitação na cidade de Humaitá-AM.

Mês/Ano	Precipitação acumulada (mm)
10/2022	180
11/2022	200
12/2022	250
01/2023	300
02/2023	300

Fonte: INMET (2023)

### 5.1 Resultados obtidos pelo processo de vermicompostagem

Após os 88 dias do início das atividades de vermicompostagem, foram adicionados o total de 25.822 kg de resíduos orgânicos para tratamento nas vermicomposteiras adaptadas, e observou-se que o processo de biodecomposição ocorre no período noturno ou em condições de clima chuvoso.

O surgimento do bioproduto, ver na Figura 4, começou a aparecer no compartimento de central a partir do 7º sétimo dia de observação do tratamento, gerando um composto de cor escura, variando entre as cores marrom ao preto, este produto não passou por análises de propriedades físicas, químicas ou biológicas, pois o objetivo do trabalho está apenas na produção de um bioproduto sólido, para testar seu potencial fertilizante no desenvolvimento das sementes da pimenta BRS Moema (*Capsicum chinense*) conhecida também como “pimenta biquinho”.

Figura 4. Bioproduto do processo de vermicompostagem



Fonte: Própria autoria (2023)

Durante os dias de biodegradação por vermicompostagem não foi percebido mau cheiro e nem a presença de insetos, uma vantagem para esse tipo de tratamento a partir da instalação de vermicomposteiras domiciliares. Para Costa (2017), o processo de vermicompostagem em ambiente aeróbio não causa mau cheiro, porém pode ocorrer a proliferação de moscas e outros insetos, mas isso depende do tipo e das características dos resíduos orgânicos tratados pelo processo. Neste experimento não se constatou mau cheiro e nem a presença de moscas ou outros tipos de insetos em torno das vermicomposteiras.

No entanto ser for observado o surgimento de pequenos artrópodes e larvas de moscas varejeiras em meio dos resíduos orgânicos, são situações normais, uma vez que os microrganismos, fungos, bactérias, minhocas e outros organismos também participam da degradação da matéria orgânica durante a compostagem (ATAÍDE et al. 2007).

## 5.2 Condições ambientais no interior das vermicomposteiras

As formas de aeração dos resíduos em tratamento ocorreram através dos orifícios presentes nas tampas e laterais das vermicomposteiras e também ao adicionar matéria orgânica para tratamento. Durante as medições de temperatura registrou-se picos máximos no 10º (décimo) e no 20º (vigésimo) dias desde o início do experimento, chegando à máxima de 35,8°C no interior das vermicomposteiras adaptadas.

A estabilização final da temperatura sucede-se após 86 dias no processo, diferente do trabalho realizado por Reis (2001) e Costa (2017) no qual afirmam que a temperatura se estabiliza aos 90 dias de processo ficando em torno de 35° a 39°C. Neste experimento a temperatura apresentou-se estável ao atingindo as variações de escalas de 29° a 32°C entre os últimos dias de observação, pode inferir que essa estabilização se deu pela biodegradação completa da matéria orgânica pelas minhocas.

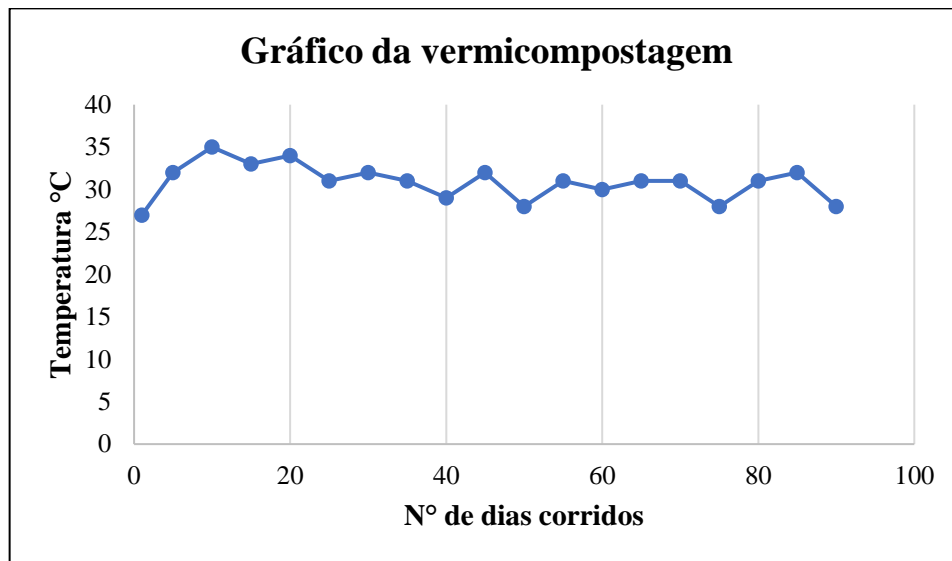
A leitura da temperatura realizada simultaneamente registrou as mesmas escalas para ambas as vermicomposteiras, e os picos de temperatura encontrados podem ter relação com as condições climáticas da região, pois esses dois dias de picos de temperatura ocorreram devido ao sol intenso. Vale ressaltar que a cidade de Humaitá, juntamente com Manicoré, Novo Aripuanã, Apuí e Borba fazem parte da Microrregião do Madeira no Estado do Amazonas e estão em período chuvoso, também com o local de armazenamento das vermicomposteiras, as quais foram acondicionadas embaixo de uma varanda coberta por telhas onduladas do tipo brasilite.

A temperatura também contribuiu para redução no tempo de biodegradação da matéria orgânica, essa aceleração da decomposição e alimentação das minhocas acaba impedindo que a temperatura dentro da vermicomposteira chegue ao extremo ao ponto de causar a morte das biodegradadoras, essa situação corrobora com os trabalhos realizados por Costa (2010) e Costa (2017).

Neste estudo as medições da temperatura ocorreram em intervalos de 5 em 5 dias. E dessa forma foi possível observar que temperatura tem relação direta com o processo de degradação dos resíduos orgânicos, pois ela proporciona a evaporação da água presente na matéria orgânica diminuindo a massa e o peso de material no interior das vermicomposteiras.

No estudo realizado por Costa (2017), as condições de temperatura no sistema utilizado para vermicompostagem, também permitiram a redução em dias do tempo de biodegradação da matéria orgânica por acelerando esse processo. Os valores de temperatura nas vermicomposteiras estão representados no Gráfico 1, e por não apresentarem discrepância entre as leituras foi considerado apenas um gráfico para ambas as vermicomposteiras.

Gráfico 1. Temperatura das vermicomposteiras adaptadas.



Fonte: Própria autoria (2023)

### 5.3 Do processo de compostagem

Para o processo de compostagem ocorreu simultaneamente aos procedimentos adotados no sistema de vermicompostagem, tendo início das atividades na última semana do mês de outubro, no entanto, não foi realizada a composição gravimétrica do material, por ser tratar apenas de resíduos orgânicos. Apenas realizou-se a pesagem manualmente em uma balança digital portátil, somando um total de 52.456 kg de matéria orgânica que foram tratados no decorrer de 87 dias corridos.

No entanto esse material só pôde ser movido do local de início do tratamento para as leiras, após a reestruturação delas, em visita ao local percebeu-se que haveriam muitos entraves que afetariam causando atrasos e problemas a esses sistemas de tratamento. O material coletado foi disposto em leiras com forma retangular medindo 1,2 m<sup>2</sup>, as quais já estavam reestruturadas com cobertura de telhas onduladas de brasilite, armação de madeira e telas de proteção afim de evitar as chuvas excessivas e raios solares intensos, que poderiam interferir na umidade e na temperatura do composto tratado no local. Estão localizadas atrás dos Blocos principais do Campus Vale do Rio Madeira (CVRM) da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, localizado na rua Circular Municipal, ver na Figura 5 abaixo.

Figura 5. Processo de tratamento dos resíduos orgânicos por compostagem.



Fonte: Própria autoria (2023)

Durante o processo de tratamento dos resíduos compostáveis, não se observou a presença de larvas, mas sim a presença de insetos, roedores e cobras nas proximidades e dentro das composteiras, fato que pode ter contribuído para o surgimento de uma família de predadores naturais desses vetores, conforme a Figura 6.

Figura 6. Família de Gambás (Mucura) dormindo dentro de uma leira.



Fonte: Própria autoria (2023)

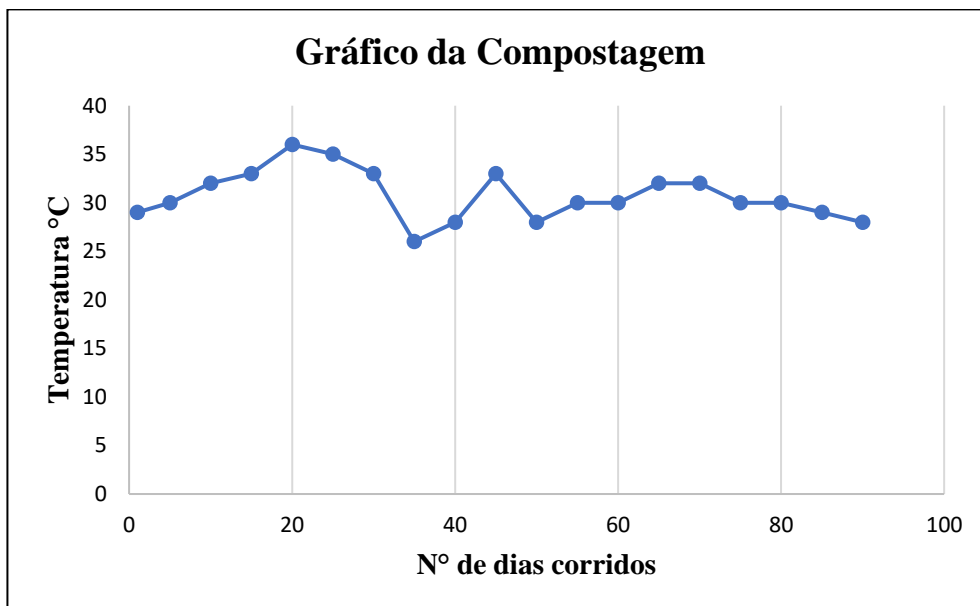
Após a reestruturação das leiras, ocorreu o monitoramento nas mesmas, que consistiu em verificar as temperaturas, umidade e aeração. Devido o processo de compostagem ocorrer na forma aeróbica, ou seja, onde os microrganismos necessitam de oxigênio, o controle da aeração foi manejado de forma simples através do revolvimento do composto que era revirado

3 vezes por semana e na fase de maturação foi revirado semanalmente. Para realizar esse procedimento usou-se uma enxada e uma pá.

As medições da temperatura seguiram o mesmo ritmo executado nas vermicomposteiras em intervalos de 5 em 5 dias, também se constatou que a temperatura, umidade e oxigenação das pilhas de matéria orgânica são essenciais para o processo de degradação de resíduos, evitando a formação de material liquefeito (lama) no fundo das leiras e ainda diminuindo a massa material no interior das composteiras.

No Gráfico 2, observa-se o comportamento da temperatura, nele podemos observar que desde o início do tratamento houve um aumento acentuado da temperatura nos 20 primeiros dias de tratamento, posteriormente um decréscimo consequentemente causado por chuvas no trigésimo quinto dia (35°). Vale ressaltar que esse comportamento da temperatura se dá pelo ambiente no qual o composto orgânico está inserido, armação de concreto, coberto por telhas onduladas do tipo brasilite, e não há vegetação ao redor para amenizar o clima na área.

Gráfico 2. Medidas de temperatura da compostagem



Fonte: Própria autoria (2023)

O tempo de decomposição da matéria orgânica entre a vermicompostagem e compostagem neste experimento apresentaram diferenças significativas, as formas de avaliar essa decomposição ocorreram através da visualização *in loco*. Onde constatou-se que pelo processo de vermicompostagem os resíduos foram digeridos pela ação mecânica das minhocas, pois após a ingestão do material elas excretam os coprólitos, que são produtos da

biotransformação realizada pelos microrganismos naturalmente existentes nos intestinos das minhocas (COSTA, 2017).

Diferentemente do processo de vermicompostagem, na compostagem ocorrem as ações bioquímicas e físicas, pois os fatores que contribuem para esse fenômeno são a temperatura, umidade, aeração e ação de microrganismos presentes no solo (MACIEL, 2014; COSTA, 2017).

Ao se comparar os gráficos dos processos utilizados nesse experimento, podemos notar que a temperatura em ambiente interno (vermicompostagem) e externo (compostagem), contou-se que estes apresentam divergências entre a maioria dos dias, porém houveram leituras semelhantes entre os dias 15° (décimo quinto); 50° (quinquagésimo); 60°(sexagésimo); 70°(septuagésimo) e o 90° (nonagésimo).

A média de temperatura de estabilização da matéria orgânica para a vermicompostagem ficou em 30,84°C, um resultado bem próximo ao da compostagem que se apresentou com 30,73°C analisando esses dados pode-se inferir que a M.O. se estabilizou à mesma temperatura para ambos os tratamentos.

#### **5.4 Avaliação da germinação e desenvolvimento das sementes BRS Moema**

A semeadura teve início no dia 28 de janeiro de 2023, onde foram utilizadas 80 sementes da pimenta BRS Moema coletadas de uma horta residencial, distribuídas entre 2 grupos (vermicompostagem e compostagem), com 2 unidades semeadas dentro de 40 sacos de mudas, ver na Figura 7. Ao lado esquerdo as mudas semeadas no vermicomposto e ao lado direito as mudas semeadas no composto orgânico.

Figura 7. Fase da semeadura da pimenta BRS Moema (Biquinho)



Fonte: Própria autoria (2023)



A partir daí, foi necessário realizar as investigações todos os dias, para averiguar se a germinação das sementes já se manifestava em algumas das repetições, fato que se concretizou no (6°) sexto dia de observação, ver na Figura 8. E devido as condições climáticas locais algumas sementes ficaram sem cobertura de solo, mesmo assim ainda germinaram.

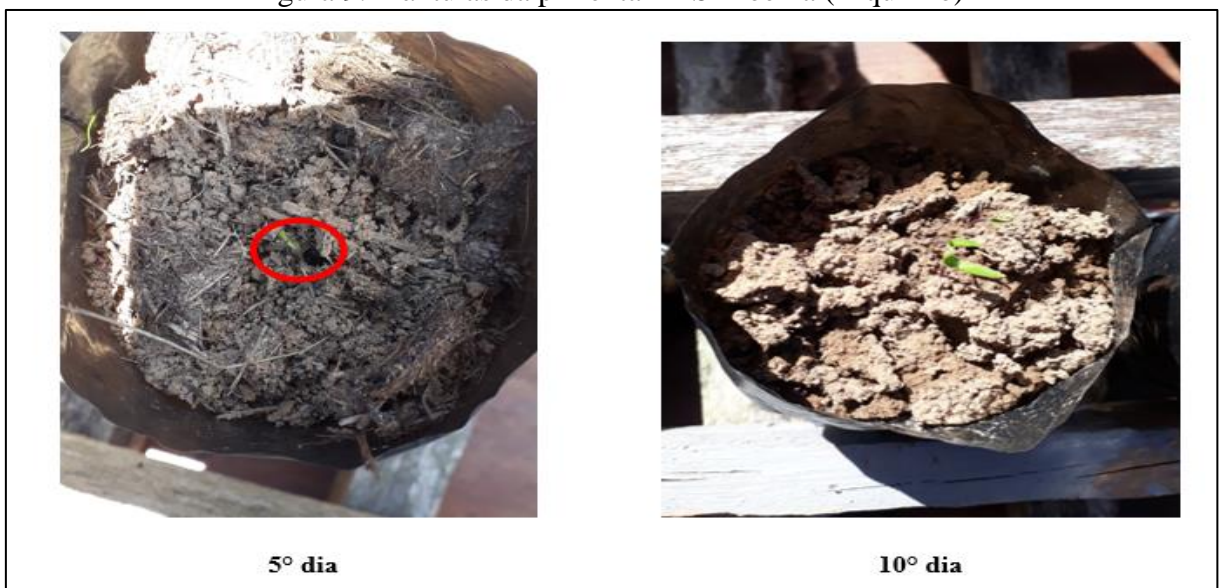
Figura 8. Germinação das sementes da pimenta BRS Moema (Biquinho)



Fonte: Própria autoria (2023)

Ao completar 5 dias foi possível observar a emergência da plântula saindo por completo das mudas, medindo cerca de 0,2 mm e altura da planta com cerca de 0,5 cm. No décimo 10° dia pode-se observar que as mudas formaram folhas medindo cerca de 0,5cm e altura de 1,5cm, conforme mostrado na Figura 9.

Figura 9. Plântulas da pimenta BRS Moema (Biquinho)



Fonte: Própria autoria (2023)

A Figura 10 apresenta um mosaico referente as fases de germinação, crescimento e desenvolvimento das plantas da pimenta BRS Moema, pode-se acompanhar todos os estágios de evolução da semente em período de observação de 5 em 5 dias.]

Figura 10. Desenvolvimento da semente de pimenta BRS Moema.



Fonte: Própria autoria (2023)

## 5.5 Análises estatísticas

Acredita-se que seja importante descrever todos os comandos e passos das análises estatísticas, para que possa servir de referência para outros trabalhos, estes, estão escritos em abaixo das tabelas 1 e 2.

Conforme o andamento das observações e tabulação de dados, notou-se que o Teste de Tukey não seria possível realizar, para o parâmetro da altura no processo de compostagem, devido o software R-Studio não gerar análises estatísticas, porque ele não gera dados para amostras que apresentam anormalidades. Para compensar essa falha, foram realizados outros testes, tais como: Shapiro-Wilk, Teste F e Teste de Kruskal-Wallis.

A aplicação de diferentes tipos de tratamentos para a germinação e avaliação do desenvolvimento da pimenta BRS Moema (pimenta biquinho) apresentou efeito significativo de acordo com os parâmetros avaliados, porém nem todas as mudas do experimento conseguiram germinar e se desenvolverem, tanto para vermicompostagem quanto para a compostagem. O panorama completo do desenvolvimento das mudas pode ser observado a seguir na Figura 11.

Figura 11. Desenvolvimento por tratamento.



Fonte: Própria autoria (2023)

As (Tabelas 1 e 2) mostras os dados coletados do panorama completo de desenvolvimento (raiz e crescimento) da pimenta biquinho. Nestas tabelas podemos observar algumas sementes não germinaram nos tratamentos T2R1; T2R3 para o bioproduto da vermicompostagem e T4R2; T4R4 utilizando o produto da compostagem.

Percebe-se matematicamente que os dois processos são eficientes, pois a taxa germinação da vermicompostagem foi de 50% de aproveitamento. Para a compostagem esse percentual foi 57,5% com relação a germinação. O Índice de Velocidade da Germinação do número de plantas germinadas e desenvolvidas, foi de 5 dias para a vermicompostagem e 4,6 dias para a compostagem. Também é possível notar que mesmo o com um índice de velocidade de germinação mais elevado, a vermicompostagem detém de plantas com estaturas (alturas) e crescimento de raízes maiores quando comparadas com as mudas da compostagem.

Ainda nesta tabela, é possível determinar que a vermicompostagem possui os parâmetros de crescimento das raízes e altura maiores em relação a compostagem, que obteve resultados melhores nos quesitos da germinação de sementes e número de plantas desenvolvidas.

Tabela 2. Dados sobre tamanho da raiz e crescimento total das mudas da pimenta Biquinho utilizando o produto da vermicompostagem.

VERMICOMPOSTAGEM																				
Variáveis	Tratamentos																			
	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	T4R1	T4R2	T4R3	T4R4	T5R1	T5R2	T5R3	T5R4
N° de plantas	1	1	2	1	0	1	0	1	1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	2	2
Altura (cm)	4,5	3,4	3,3	3,5	0	1,3	0	0,6	4,5	5,0	5,0	2,5	2,5	0	0	3,7	2,3	2,5	3,9	2,0
Raiz (cm)	1,5	0,5	1,0	1,0	0	0,6	0	1,4	2,5	3,0	1,8	2,5	3	0	0	2,9	0,7	1,0	0,6	1,5

Fonte: Própria autoria (2023)

\*(T1) vermicomposto orgânico; (T2) vermicomposto orgânico + pó de serra; (T3) vermicomposto orgânico + esterco bovino; (T4) vermicomposto orgânico + caroço de açaí; (T5) vermicomposto orgânico + caroço de açaí, esterco bovino e pó de serra.

Tabela 3. Dados sobre tamanho da raiz e crescimento total das mudas da pimenta Biquinho utilizando o produto da compostagem.

COMPOSTAGEM																				
Variáveis	Tratamentos																			
	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	T4R1	T4R2	T4R3	T4R4	T5R1	T5R2	T5R3	T5R4
N° de plantas	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	0	1	0	1	1	0	0
Altura (cm)	4,0	3,5	3,5	4,0	1,0	3,0	2,2	2,8	2,2	3,0	3,3	2,0	1,6	0	4,0	0	2,0	3,5	0	0
Raiz (cm)	1,3	2,0	1,5	0,5	1,5	1,0	1,2	1,0	3,0	0,8	0,5	1,2	1,8	0	1,7	0	0,9	1,0	0	0

Fonte: Própria autoria (2023)

(T1) composto orgânico; (T2) composto orgânico + pó de serra; (T3) composto orgânico + esterco bovino; (T4) composto orgânico + caroço de açaí; (T5) composto orgânico + caroço de açaí, esterco bovino e pó de serra.

## 5.5.1 Vermicompostagem

### 5.5.1.1 Altura

Através dos testes estatísticos no software R-Studio, a análise de variância e Shapiro Wilk entre as repetições, mostrou que os resultados para altura apresentam regularidade em função do conjunto de dados obtidos, ou seja, esse comportamento está dentro da normalidade para o tamanho da amostra. Também foi observado através do Teste de Tukey que os resultados para altura, favorecidos pela aplicação dos tratamentos T3 (esterco bovino + vermicomposto), T1 (vermicomposto), apresentaram resultado significativo no desempenho com relação ao tamanho das plantas. Além de apresentar um resultado não muito satisfatório com relação ao T2 (pó de serra + vermicomposto), ou seja, nesse tratamento a altura da planta obteve crescimento menor que as demais, ver na (Tabela 3).

Tabela 4. Análise de variância e teste de Tukey referente à altura da pimenta biquinho no processo de vermicompostagem.

Variação	GL	Fc	CV (%)
Tratamento	4	3,45	31,88
Médias comparadas pelo Teste de Tukey			
Tratamentos	Subprodutos		Valores
T1 a	Vermicomposto		3,67
T2 b	Pó de serra + Vermicomposto		0,95
T3 a	Esterco bovino + Vermicomposto		3,75
T4 ab	Sementes de açai + Vermicomposto		3,10
T5 ab	Mistura dos substratos		2,67

Fonte: Própria autoria (2023)

Medias seguida de letras iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

### Comandos no R

#### Quadro da análise de variância

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	12.904	3.2261	3.4554	0.046227
Resíduo	11	10.270	0.9336		

Total 15 23.174

---

CV = 31.88 %

---

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

Valor-p: 0.148876

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

---

Teste de homogeneidade de variância

valor-p: 0.8700993

De acordo com o teste de Bartlett a 5% de significância, as variâncias podem ser consideradas homogêneas.

---

Teste de Tukey

---

Grupos Tratamentos Medias

a	ver+estercobovino	3.75
a	verm	3.675
ab	ver+carocodeacai	3.1
ab	ver+misturas	2.675
b	ver+podeserra	0.95

---

> sqrt(0.9336)/mean(altura)

[1] 0.3187562

### 5.5.1.2 Crescimento da Raiz

De acordo com a análise de variância e do teste de Tukey. Observou-se pelos dados apresentados que os tratamentos possuem normalidade entre si nos tratamentos T4 (semente de açaí + vermicomposto); T3 (esterco bovino + vermicomposto) e T1 (vermicomposto); T2 (pó de serra + vermicomposto) no qual o parâmetro comprimento de raiz, não apresentaram diferenças significativas entre esses tratamentos respectivamente. Já o tratamento T5 (mistura) foi o que menos se destacou com a menor média dos tratamentos avaliados, a seguir na (Tabela 4).

Tabela 5. Análise de variância e teste de Tukey referente ao crescimento das raízes das mudas de pimenta biquinho no processo de vermicompostagem.

Varição	GL	Fc	CV (%)
Tratamento	4	7,63	40,18
Médias comparadas pelo Teste de Tukey			
Tratamentos	Subprodutos		Valores
T1 b	Vermicomposto		1,00
T2 b	Pó de serra + Vermicomposto		1,00
T3 a	Esterco bovino + Vermicomposto		2,95
T4 a	Sementes de açaí + Vermicomposto		2,95
T5 b	Mistura dos substratos		0,95

Fonte: Própria autoria (2023)

Medias seguida de letras iguais na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

### Comandos no R

```
> library(ExpDes.pt)
```

```
> dic(tratamentos,raiz)
```

```
-----
```

Quadro da analise de variancia

```
-----
```

```

      GL  SQ   QM  Fc  Pr>Fc
Tratamento  4 14.559 3.6398 7.6336 0.0033817
Residuo    11  5.245 0.4768
Total     15 19.804
-----
```

```
CV = 40.18 %
```

-----  
Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-Wilk )

Valor-p: 0.1815995

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

-----

-----  
Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.1165453

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

-----

Teste de Tukey

-----

Grupos Tratamentos Medias

a	ver+carocodeacai	2.95
a	ver+estercobovino	2.95
b	ver+podeserra	1
b	verm 1	
b	ver+misturas	0.95

-----

> sqrt(0.4768)/mean(raiz)

[1] 0.4017496



## 5.5.2 Compostagem

### 5.5.2.1 Altura

Seguindo a mesma linha de raciocínio, na análise de variância e Shapiro Wilk para a compostagem, vemos que os dados são considerados normais, e por meio do Teste F é possível determinar que as médias dos tratamentos não podem ser considerados diferentes estatisticamente para o parâmetro da altura. Então por essas médias estarem próximas e não apresentarem muitas diferenças não foi possível realizar o Teste de Tukey devido ao software R-Studio não compilar essas informações. Contudo foi realizado o Teste de Kruskal-Wallis para investigar se o teste F poderia ser levando em consideração, visto que este estudo está tratando de dados não-paramétricos, o qual também não apresentou diferenças significativas, no entanto, o T1 não se apresentou nesta tabela, porque há pelo menos uma diferença entre as médias dos tratamentos.

Tabela 6. Análise de variância e teste de Kruskal-Wallis referente à altura das mudas de pimenta biquinho no processo de compostagem.

Variação	GL	Fc	CV (%)
Tratamento	4	0,57	34,73
Médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis			
Tratamentos	Subprodutos		Valores
T2	Pó de serra + Composto		2,25
T3	Esterco bovino + Composto		2,62
T4	Sementes de açaí + Composto		2,80
T5	Mistura dos substratos		2,75

Fonte: Própria autoria (2023)

### Comandos no R

```
>tratamentos=c(rep("com",4),rep("com+podeserra",4),rep("com+estercobovino",4),rep("com
+carocodeacai",2),rep("com+misturas",2))
> altura=c(2,4,3.5,3.5,1,3,2.2,2.8,2.2,3,3.3,2,1.6,4,2,3.5)
> raiz=c(2,1.3,2,1.5,1.5,1,1.2,1,3,0.8,0.5,1.2,1.8,1.7,0.9,1)
> library(ExpDes.pt)
> dic(tratamentos,altura)
```

-----  
 Quadro da análise de variancia  
 -----

	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	4	2.0575	0.51437	0.57428
Residuo	11	9.8525	0.89568	
Total	15	11.9100		

Pr>Fc

Tratamento 0.68716

Residuo

Total

-----

CV = 34.73 %

-----

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-Wilk )

Valor-p: 0.1066785

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

-----

-----

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.6165812

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

-----

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

-----

Niveis Medias

1 com 3.250

2 com+carocodeacai 2.800

3 com+estercobovino 2.625

4 com+misturas 2.750

5 com+podeserra 2.250

-----  
> sqrt(0.89568)/mean(altura)

[1] 0.3473041

> kruskal.test(altura~tratamentos)

Kruskal-Wallis rank sum test

data: altura by tratamientos

Kruskal-Wallis chi-squared =

2.4972, df = 4, p-value = 0.6451

> library(dunn.test)

> dunn.test(altura,tratamentos)

Kruskal-Wallis rank sum test

data: altura and tratamientos

Kruskal-Wallis chi-squared = 2.4972, df = 4, p-value = 0.65

Comparison of altura by tratamientos

(No adjustment)

Col Mean-|

Row Mean | com com+caro com+este com+mist

-----+-----

com+caro | 0.641868

| 0.2605

|

com+este | 1.085601 0.244521

```

| 0.1388 0.4034
|
com+mist | 0.702999 0.052940 -0.183391
| 0.2410 0.4789 0.4272
|
com+pode | 1.534816 0.611303 0.449214 0.550173
| 0.0624 0.2705 0.3266 0.2911
alpha = 0.05
Reject Ho if p <= alpha/2

```

### 5.5.2.2 Crescimento da Raiz

A análise de variância vimos que os dados podem ser considerados normais, mas pelo teste de Shapiro Wilk os dados apresentam anormalidade, no entanto, e por meio do Teste F é possível determinar que os tratamentos não podem ser considerados diferentes, visto que os dados coletados também estão em casas decimas próximas. Como não foi possível executar o Teste de Tukey, para suprir essa necessidade houve a necessidade de realizar o Teste de Kruskal-Wallis para comparar os dados das raízes, o qual indica que não há diferenças de tamanho em um intervalo de p-valor = 0,16 entre os tratamentos T4 (semente de açaí + composto); T3 (esterco bovino + composto) T1 (composto orgânico) e T2 (pó de serra + composto) comparados entre si, porém há pelo menos um tratamento diferente dos demais, o qual pode ser visualizado na Tabela 6 a seguir:

Tabela 7. Análise de variância e teste de Kruskal-Wallis referente ao crescimento das raízes das mudas de pimenta biquinho no processo de compostagem.

<b>Varição</b>	<b>GL</b>	<b>Fc</b>	<b>CV (%)</b>
Tratamento	4	0,77	44,79
<b>Médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis</b>			
Tratamentos	Subprodutos		Valores de F
T1	Composto orgânico		1,70
T2	Pó de serra + Composto		1,17
T3	Esterco bovino + Composto		1,37
T4	Sementes de açaí + Composto		1,75
T5	Mistura dos substratos		0,95

Fonte: Própria autoria (2023)

## Comandos no R

```
> library(ExpDes.pt)
```

```
> dic(tratamentos,raiz)
```

```
-----
```

Quadro da analise de variancia

```
-----
```

	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	4	1.215	0.30375	0.77254

Residuo	11	4.325	0.39318	
---------	----	-------	---------	--

Total	15	5.540		
-------	----	-------	--	--

Pr>Fc

Tratamento	0.56529
------------	---------

Residuo	
---------	--

Total	
-------	--

```
-----
```

CV = 44.79 %

```
-----
```

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-Wilk )

Valor-p: 0.008302934

ATENCAO: a 5% de significancia, os residuos nao podem ser considerados normais!

```
-----
```

```
-----
```

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.4822631

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

```
-----
```

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

```
-----
                Niveis Medias
1          com 1.700
2 com+carocodeacai 1.750
3 com+estercobovino 1.375
4   com+misturas 0.950
5   com+podeserra 1.175
-----
```

```
> sqrt(0.39318)/mean(raiz)
[1] 0.4478862
> kruskal.test(raiz~tratamentos)
```

Kruskal-Wallis rank sum test

```
data: raiz by tratamentos
Kruskal-Wallis chi-squared =
6.6029, df = 4, p-value = 0.1584
```

```
> library(dunn.test)
> dunn.test(raiz,tratamentos)
Kruskal-Wallis rank sum test
```

```
data: raiz and tratamentos
Kruskal-Wallis chi-squared = 6.6029, df = 4, p-value = 0.16
```

Comparison of raiz by tratamentos

(No adjustment)

```
Col Mean-|
Row Mean |   com  com+caro  com+este  com+mist
```

```

-----+-----
com+caro | -0.091422
          |  0.4636
          |
com+este |  1.642217  1.432287
          |  0.0503  0.0760
          |
com+mist |  1.980823  1.794618  0.639958
          |  0.0238*  0.0364  0.2611
          |
com+pode |  1.530248  1.340865 -0.111969 -0.731381
          |  0.0630  0.0900  0.4554  0.2323

```

alpha = 0.05

Reject Ho if  $p \leq \alpha/2$

>

## 6 CONCLUSÃO

A oportunidade de nutrir o solo usando os resíduos orgânicos nos processos de vermicompostagem e compostagem, configura-se como uma alternativa viável para tratamento de resíduos orgânicos para a cidade de Humaitá, pois já existem trabalhos publicados sobre a caracterização gravimétrica, onde a parcela de resíduos orgânicos são as que mais se destacam nesta cidade.

Dessa forma a criação de políticas públicas, tais como: um centro de triagem para reciclagem e transformação de matéria orgânica em geral (resíduos de capina, poda de árvores, restos de vegetais, frutas e hortaliças com tempo de prateleira exaurido, entre outros), podem trazer benefícios para a fertilização das culturas na agricultura local, gerando emprego e renda, além de ajudar com o ciclo da natureza ao usar os recursos do meio ambiente nessas formas de tratamento de resíduos.

Através dos resultados obtidos neste estudo, considera-se que a utilização de vermicomposteiras e da compostagem no processo de tratamento de resíduos orgânicos domésticos ou comerciais, é uma alternativa eficaz, pois além de produzir um ótimo biocomposto orgânico é capaz de acelerar a germinação e o crescimento das sementes da pimenta BRS Moema em condições climáticas desfavoráveis (período das chuvas), também produz um biofertilizante que pode ser usado para nutrir essas plantas.

Contudo através das análises percebe-se que o composto orgânico se destacou quando comparado ao vermicomposto, nas condições climáticas em que foram testados, isso pode significar que a parcela de nutrientes orgânicos presente na compostagem pode ser maior que a parcela da vermicompostagem, porém requer atenção e deve ser estudado com mais cautela, visto que este trabalho sem dúvida necessita de mais tempo para poder afirmar essa teoria.

Por fim, pode-se concluir que os tratamentos obtiveram resultados satisfatórios e podem ser uma alternativa viável para produção de fertilizantes orgânicos, além do custo ser baixo, podendo trazer grandes benefícios para a cidade de Humaitá-AM, se gestão pública manifestar interesse pela criação de uma usina para trabalhar os processos de compostagem e vermicompostagem, gerando empregos e diminuindo o percentual de resíduos orgânicos destinados ao lixão controlado nesta cidade. Contudo, não se recomenda iniciar uma produção da pimenta biquinho nos meses chuvosos, devido ao excesso de água que pode causar adversidades, diminuindo a taxa de germinação assim como o desenvolvimento das mudas em ambos os processos tratamento de resíduos testados neste trabalho.



## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6023:2018: Informação e documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT. 2018. 68 p. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=408006>. Acesso em: 07 fev. 2023.

ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETO, A. E.; TAKASHI, M.; KIEHL, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. *Tópicos Ci. Solo*, 4:391-470, 2005.

AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M. G.; LOUREIRO, D. C. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. *Circular Técnica. Seropédica, RJ Junho, 2005. ISSN 1519-7328;*

AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem. *Embrapa*, n. 8, p. 1-6, 1992.

AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M.; LOUREIRO, D. C. Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos. *Embrapa agrobiologia. Circular técnica, 2005.*

AQUINO, A. M. de. Vermicompostagem. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 6p. (Circular Técnica, 29).*

ATAIDE, L. M. S.; LOPES, S. R.; TAVARES, K. G.; CATAPRETA, C. A. A. Estudo da Presença de Vetores em Leiras de Composto Orgânico Produzido na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos De Belo Horizonte, MG. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. *Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. Rio de Janeiro: Sindicato Nacional dos Editores de Livros, 2007.*

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. *Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos. São Carlos: EESC/USP, Projeto REENGE, 1999.*

BOSLAND P. W.; VOTAVA, E. J. *Peppers: vegetable and spice Capsicum. Berkeley: Ten Speed Press. 240p. 2000.*

BRASIL. Lei n. 12305, de 6 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso: 04 de fevereiro de 2023.*

CORRÊA, É.K.; COREZZOLLA, J.L.; M.N. CORRÊA; BIANCHI, I.; GILTURNES, C.; LUCIA, T. JR. Chemical characteristics of beddings for swine: Effects of bedding depths and of addition of inoculums in a pilot-scale. *Bioresource Technology*, v. 123, pp.62-65, 2012.

- COSTA, M. E. Minhocário caseiro, 2010. Disponível em: <<http://www.maiscommenos.net/blog/2010/01/minhocario-caseiro-versao2-0/>>, acesso em 21 de jan de 2023.
- COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.
- COSTA, T. A. C. R. Biofertilizante utilizado no controle da Antracnose (*Colletotrichum* spp.) em pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) pós-colheita. Orientador: Benone Otávio Souza de Oliveira. 2017. 65f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Ambiental, Campus Vale do Rio Madeira, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2017.
- COUTO, M. R. O Tratamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos como cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Análise do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Sorocaba – SP. 2014.
- DANTAS, E. R.; ARAÚJO, A. S. Avaliação das propriedades físico-químicas e microbiológicas de pimenta biquinho e sua aplicação em formulações alimentícias. In: XII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2015.
- DOMINGUEZ, F. D.; BERTOLETTI, E. Seleção, manutenção e cultivo de organismos aquáticos. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (ed.). Ecotoxicologia aquática princípios e aplicações. São Carlos: Rima, Cap. 7, 2004. p. 153-184.
- DOUBLET, C. J.; POITRENAUD, F. M.; HOUOT, S. Influence of bulking agents on organic matter evolution during sewage sludge composting; consequences on compost organic matter stability and N availability, *Bioresource Technology*, v. 102, n. 2, pp. 1298-1307, 2011.
- EMBRAPA. Pré-produção, características, cultivares *Capsicum chinense*. 2010.
- GARCIA, Naiara Loiose et al. Vermicompostagem doméstica como alternativa na decomposição de resíduos orgânicos. Associação Brasileira de Eng Sanitária e Ambiental ABES, 2016.
- HARRIS, G.D., PLANTT, W.L., PROCE, B.C. Vermicomposting in a rural community. In: *BIOCYCLE Guide to the Art & Science of Composting*. Emmaus: J.G. Press., n.1, p.48-51, 1990.
- INACIO, C. T.; MILLER, P. R. M. Compostagem: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.
- JORGE, E. V. C.; SOUZA DAVID, A. M. S.; FIGUEIREDO, J. C.; BERNARDINO, D. L. M. P.; SILVA, R. A. N.; ALVES, R. A. Estádio de maturação e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimenta biquinho. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 61, p. 1-7, 2018.

JUNIOR, C. H. A. et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. *Tópicos em ciência do solo*, v. 4, p. 391-470, 2005.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. Piracicaba: 4ª ed. 2004. 173p.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Ed. Agr. Ceres Ltda., 1985. 492p.

LOURENÇO, Nelson. Vermicompostagem-Gestão de Resíduos Orgânicos: Princípios, processos e aplicações. Nelson Lourenço, 2010.

LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM. Câmara Municipal de Humaitá, 2004.

MACIEL, D. C. A. Aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados no mercadão municipal da cidade de Humaitá-AM, para produção de composto orgânico. Orientador: Benone Otávio Souza de Oliveira. 2014. 56f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Ambiental, Campus Vale do Rio Madeira, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2014.

MANAUS. Lei Municipal Nº 2.791, DE 01 DE OUTUBRO DE 2021. Dispõe sobre a instituição do Programa Municipal de Compostagem de Resíduos Orgânicos. Manaus, 2021. Disponível em: < -[]>. Acesso em: 06 de fevereiro, 2023.

MALAFAIA, G. Vermicompostagem de lodo de curtume em associação com esterco bovino utilizando *Eisenia foetida*. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, 20(4), 709-716. 2015.

MARTINS, I. B. A.; BERNARDO, C. O.; PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; MARTINS, M. L.; MARTINS, E. M. F. Avaliação do uso de extrato de pimenta-biquinho para produção de geleada. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Viçosa-MG, v. 5, n. 1, p. 28- 34, 2015.

MULVANEY, M.J.; WOOD, C.W.; BALKCOM, K.S.; SHANNON, D.A.; KEMBLE, J.M. Carbon and nitrogen mineralization and persistence of organic residues under conservation and conventional tillage. *Agronomy Journal*, v.102, p.1425-1433, 2010.

NEITZKE, R. S.; VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R.; CORBELINI, D. D. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). *Horticultura Brasileira*, v. 33, p.415-421, 2015.

NÚCLEO SUDESTE DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO (NUCASE). Resíduos sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos: guia do profissional e treinamento: nível 2. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – Belo Horizonte: ReCESA, 96 p, 2007.

NUEZ, F.; DIEZ, M.J.; RUIZ, J.J.; CORDOVA, P.F.; COSTA, J.; CATALÁ, M.S.; GONZÁLEZ, J.A.; RODRÍGUEZ, A. *Catálogo de semillas de pimiento*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación / Instituto Nacional de investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. 1998, 108p.

OLIVEIRA, B. O. S. Diagnóstico da geração e disposição final dos resíduos sólidos em Humaitá-AM. Trabalho de Conclusão de Curso no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente na Universidade Federal do Amazonas- UFAM, Humaitá, 2010.

OLIVEIRA, B. O. S.; OLIVEIRA, L. F.; MOURA, D. B. Avaliação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no conjunto Uruapiara do Município de Humaitá-AM. *Scientia Amazonia*, v. 6, n. 2, 58-62, 2017. Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org> ISSN:2238.1910

OLIVEIRA, G. S.; COSTA, N. A.; PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L.; MARTINS, E. M. F. Avaliação de coberturas comestíveis para conservação de pimenta biquinho (*Capsicum chinense* Jacq.). Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, Viçosa-MG, v. 8, n. 4, p. 19-29, 2018.

PEREIRA NETO, J. T. Manual da Compostagem: Processo de Baixo Custo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 81p.

PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. Departamento de Psicologia Social e Institucional da Universidade Estadual de Londrina -PR, Cadernos de Pesquisa, n. 114, novembro/ 2001 Cadernos de Pesquisa, n. 114, p. 179-195, novembro/ 2001.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura. Jaguariúna: EMBRAPA, 2008. 9 p. (Circular Técnica, 19).

PIZZANI, L.; SILVA, R. C.; BELLO, S. F.; HAYASHI, M. C. P. I. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. Revista Digital de Biblioteconomia & Ciência da Informação, v. 10, n. 2, p. 53-66, 2012

QUINTELA, L. S. Avaliação do processo de vermicompostagem doméstica para tratamento da parcela orgânica dos resíduos sólidos domiciliares. Trabalho de Conclusão de Curso no Instituto de Pesquisas Hidráulicas e Escola de Engenharia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IFRGS, Porto Alegre, 2014.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil. Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças: Brasília, 2000. 113 p.

REIS, M. F. P. Efeitos, escala e clima no processo de compostagem em regiões subtropicais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001. Porto Alegre. Anais/ABES, 2001, p1-8.

REIS, M. F. P. Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos. 2005, 239f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

SILVA, A. M. Caracterização Cultural, Morfológica, Molecular e Patogênica de Isolados de *Colletotrichum ssp.* Associados à Antracnose da Pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) no Estado do Amazonas, 2016.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein. 2010; 8 (1 Pt 1):102-6.