

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

ANDRÉ PIRES BRAGA DE ANDRADE

ADIÇÃO DE RESÍDUO INDUSTRIAL NA ALIMENTAÇÃO DO TENÉBRIO GIGANTE
E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FRASS

Lages, SC

19/06/2023

ANDRÉ PIRES BRAGA DE ANDRADE

ADIÇÃO DE RESÍDUO INDUSTRIAL NA ALIMENTAÇÃO DO TENÉBRIO GIGANTE
E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FRASS

Monografia apresentada ao
curso de especialização em
agroecologia do Câmpus
Lages do Instituto Federal
de Santa Catarina para a
obtenção do diploma de
Especialista em
Agroecologia

Orientador: Dr. Fernando
Domingo Zinger

Lages, SC

19/06/2023

ESPAÇO DA FICHA CATALOGRÁFICA OU FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE OBRA

Atenção!

A elaboração da ficha catalográfica deve ser solicitada ao bibliotecário do câmpus.

Alunos do Câmpus Florianópolis devem solicitar ficha catalográfica apenas para teses e dissertações. Para os demais tipos de trabalhos acadêmicos, as fichas de identificação da obra devem ser elaboradas utilizando o site <http://ficha.florianópolis.ifsc.edu.br>

ANDRÉ PIRES BRAGA DE ANDRADE

ADIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA ALIMENTAÇÃO DO TENÉBRIO
GIGANTE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FRASS

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Especialista em Agroecologia, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Local, dia, mês e ano.

Prof. Fernando Domingo Zinger , Dr
Orientador
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Rita Cassia de Freitas Santos, Ma.
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Luciane Costa de Oliveira, Dr
Instituto Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus agradecimentos a todas as pessoas especiais em minha vida que tornaram possível minha jornada de especialização. Agradeço de coração à minha companheira, Cindy Fernandes, por sua dedicação, carinho e incansável ajuda. Meus amorosos agradecimentos à minha mãe, Virginia Pires, e ao meu pai, Ricardo Braga, pelo apoio emocional que me deram ao longo desse processo. Também sou imensamente grato a todos os meus amigos, Ana Previdi, Cleiton, Gabriel, Gregory, Guilherme, Eduardo, Juliano, Nelito, Bruna e todos aqueles que, de alguma forma, me apoiaram. Não posso deixar de mencionar meu orientador, Fernando Domingo Zinger, por todo o conhecimento que compartilhou comigo e pela sua orientação durante essa jornada. Agradeço também à Vosso do Brasil ao Alessandro Lazzari e a Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV pelo apoio à pesquisa. Por fim, sou grato a todos os professores que me auxiliaram ao longo da minha formação. A todos vocês, minha sincera gratidão.

RESUMO

O presente estudo aborda o fornecimento do resíduo industrial, lodo de estação de tratamento de água, na alimentação de larvas de Tenébrio gigante (*Zophobas morio*) para a produção de biofertilizante. O objetivo do trabalho foi analisar os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio do *frass*, excretas e resíduos não digeridos das larvas do Tenébrio gigante, e avaliar a viabilidade da produção de biofertilizantes a partir desses resíduos. A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal Catarinense, em Lages, Santa Catarina. O resíduo industrial utilizado foi coletado na empresa Vossko do Brasil e submetido a análises químicas prévias. O experimento consistiu na adição de diferentes doses de resíduo triturado misturado ao farelo de trigo, utilizado como alimento para as larvas. Foram realizados oito tratamentos diferentes, variando a proporção de resíduo na mistura. Após um período de 36 dias, as amostras foram coletadas, secas e submetidas a análises químicas. Os resultados indicaram que as doses mais elevadas de resíduo resultaram em maiores teores de nitrogênio, fósforo e cálcio. Por outro lado, os tratamentos T7 e T8 apresentaram menores teores de potássio, e os tratamentos T6, T7 e T8 mostraram os menores teores de magnésio. Esses resultados evidenciam a importância de considerar as proporções adequadas de resíduos na alimentação das larvas, visando otimizar a produção de biofertilizantes.

Palavras-chave: Resíduos industriais. Biofertilizantes. Tenébrio gigante, *frass*.

ABSTRACT

The present study deals with the supply of Industrial waste, sludge from a water treatment plant, in the feeding of giant mealworm larvae (*Zophobas morio*) to produce biofertilizer. The objective of this work was to analyze the levels of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium in the *frass*, excretions and undigested residues from giant mealworm larvae, and evaluate the feasibility of biofertilizer production from these waste materials. The research was conducted at the Federal Institute of Santa Catarina, in Lages, Santa Catarina. The industrial waste used was collected from Vossko do Brasil company and underwent prior chemical analysis. The experiment involved adding different doses of crushed waste mixed with wheat bran, used as larvae food. Eight different treatments were performed, varying the proportion of waste in the mixture. After a period of 36 days, samples were collected, dried, and subjected to chemical analysis. The results indicated that higher doses of waste resulted in higher levels of nitrogen, phosphorus, and calcium. On the other hand, treatments T7 and T8 showed lower levels of potassium, and treatments T6, T7, and T8 exhibited the lowest levels of magnesium. These results highlight the importance of considering the appropriate waste proportions in larval feeding to optimize biofertilizer production.

Keywords: Industrial waste, biofertilizers, Giant Mealworm, *frass*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Ciclo de vida do tenébrio gigante, *Zophobas morio*, desde o ovo até o adulto: (A) ovos, (B) larva em estágio final, (C) pupa e (D) adulto.....**8**
- Figura 2** - Instalação do experimento (A), Peneiramento das amostras (B).....**11**
- Figura 3** - Teor de nitrogênio (N) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e 7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).....**13**
- Figura 4** - Teor de fósforo (P) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e 7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).....**14**
- Figura 5** - Teor de potássio (K) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e 7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).....**15**
- Figura 6** - Teor de cálcio (Ca) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e 7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).....**16**
- Figura 7** - Teor de magnésio (Mg) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e 7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).....**17**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo geral	3
1.1.2 Objetivo específico	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Bioinsumos	4
2.2 Tratamentos de resíduos sólidos	5
3 METODOLOGIA	9
3.1 Caracterização do resíduo	9
3.1.1 Coleta e preparo da amostra	9
3.2 Condução experimental	9
3.3 Análises químicas	11
3.4 Análises estatísticas	12
5 CONCLUSÃO	20
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 INTRODUÇÃO

Até 2050, a população mundial terá ultrapassado 9 bilhões de habitantes, sendo que mais da metade desse crescimento ocorrerá na África (Nações Unidas, 2015). Estimativas da FAO indicam que a produção de alimentos terá que aumentar em 70% para suprir as necessidades da população global em crescimento, acompanhada por um aumento nos níveis de renda e uma mudança nos padrões de consumo, com maior demanda por carne, especialmente peixe e aves (VAN HUIS et al., 2013). No entanto, é preocupante observar que aproximadamente um terço das capturas globais de peixe é processado em óleo e farinha de peixe para ser utilizado na produção de rações para alimentação animal, em vez de ser consumido diretamente (TVETERÅS e TVETERÅS, 2010).

O setor agrícola brasileiro desempenha um papel fundamental no abastecimento de alimentos e no cenário mundial, sendo reconhecido como um dos principais celeiros do planeta. A produção agrícola do Brasil é responsável por alimentar milhões de pessoas, tanto dentro do país como em diversas partes do mundo. Essa contribuição é destacada no estudo realizado por Contini & Aragão (2021), que aponta que, em 2020, aproximadamente 772,6 milhões de pessoas foram alimentadas pelo Brasil, incluindo 212,235 milhões de brasileiros e 560,365 milhões de indivíduos em outros países, através da exportação de grãos e carne bovina convertida em grãos. Em comparação, no ano de 2019, a produção alimentar brasileira alcançou cerca de 809,472 milhões de pessoas, considerando tanto a população nacional como a estrangeira. Essa variação entre os anos deve-se às flutuações nos preços dos alimentos, evidenciando a relevância do Brasil como provedor de alimentos para uma ampla parcela da população global.

No entanto, para manter sua produção agrícola em níveis satisfatórios, o Brasil depende de um volume significativo de insumos, especialmente fertilizantes solúveis. O país ocupa a quarta posição no ranking mundial como consumidor desses fertilizantes, de acordo com o Ministério de Minas e Energia (2008). No entanto, a dependência de importações desses insumos é uma realidade preocupante. De acordo com a Associação Nacional de Difusão de Adubos (ANDA, 2021), em 2021, foram importadas 39.258.338 toneladas de fertilizantes, enquanto a produção nacional alcançou apenas 7.210.335 toneladas. Além disso, o Brasil está sujeito às flutuações de preços estabelecidos pelos países exportadores de fertilizantes e/ou de ma-

térias-primas, o que impacta diretamente os custos da produção agrícola (THEODORO; ALMEIDA, 2013).

Diante desse contexto, surge a necessidade de buscar alternativas que reduzam a dependência de importações de fertilizantes e promovam uma produção agrícola mais sustentável. Uma abordagem promissora é o aproveitamento de resíduos industriais como base para o desenvolvimento de biofertilizantes, utilizando insetos como agente de produção (GOLD et, al. 2018).

Os biofertilizantes são produtos que contêm componentes ativos ou substâncias orgânicas obtidas de microrganismos ou de suas atividades, incluindo derivados de origem vegetal e animal. Eles têm o potencial de agir diretamente ou indiretamente no aumento da produtividade e na melhoria da qualidade das plantas cultivadas, abrangendo os processos e tecnologias derivados dessa definição (BRASIL, 2020).

O manejo adequado dos resíduos sólidos também se torna uma preocupação cada vez mais relevante. Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, divulgado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016), estima-se que o país tenha gerado cerca de 71,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2016.

A Vosso do Brasil, é uma empresa localizada no município de Lages, Santa Catarina que comercializa produtos à base de carne de frango congelados tanto no mercado interno quanto no externo. Segundo dados fornecidos pela própria empresa (VOSSKO DO BRASIL, 2022), estima-se que mensalmente sejam geradas cerca de 60 toneladas de resíduos sólidos, parte dos quais são destinados a aterros sanitários municipais e parte são encaminhados para empresas especializadas em tratamento de resíduos.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo explorar a viabilidade de utilizar os resíduos sólidos gerados pela Vosso do Brasil, enriquecendo a alimentação de um tipo de inseto, a larva de Tenébrio gigante e analisar os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e o pH do frass, excreta do Tenébrio gigante, a fim de avaliar a possibilidade de produzir um biofertilizante a partir desses resíduos. A pesquisa pretende contribuir para a redução da dependência de importações de fertilizantes e promover uma gestão mais sustentável dos resíduos sólidos, além de fornecer uma alternativa viável para a produção agrícola brasileira.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi caracterizar o frass, excreta da larva do *Zophobas morio*, após a adição de resíduos industriais em sua alimentação a fim de avaliar a possibilidade de produzir um biofertilizante e aprofundar o conhecimento do uso desse inseto para o tratamento de resíduos orgânicos.

1.1.2 Objetivo específico

- a) Analisar os teores de nitrogênio, fosforo, potássio, cálcio e magnésio do frass da larva do Tenébrio gigante.
- b) Determinar a melhor dosagem da adição de resíduo industrial na alimentação da larva do Tenébrio gigante.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioinsumos

Os bioinsumos estão se destacando como a nova fronteira para impulsionar o crescimento agrícola do país. O que os torna tão promissores é o fato de aproveitarem a matriz biológica presente na natureza, que engloba substâncias bioativas e a rica diversidade de plantas, animais e microrganismos acima e abaixo da superfície do solo. Em resumo, podemos afirmar que as possibilidades de combinações são praticamente ilimitadas (VIDAL; DIAS, 2023).

Os bioinsumos representam uma abordagem nova e moderna, que impulsiona a bioeconomia (MAZZARO et al., 2022). Além disso, eles estão intimamente ligados à sustentabilidade (ALTIERI, 1989) em seu mais alto grau, tanto em políticas públicas quanto em programas nacionais e internacionais. Os bioinsumos são a primeira etapa da indústria da bioeconomia no Brasil, onde a lógica da sustentabilidade evolui a partir desses bioativos. Esses bioativos têm o potencial de impulsionar indústrias de transformação, como farmacêutica, agrícola, cosmética, entre outras. Essas indústrias, por sua vez, fornecem a base para uma transição de matriz energética, abrindo caminho para um novo processo no país (VIDAL; DIAS, 2023).

O mercado global de insumos biológicos para agricultura, envolvendo diversos tipos de bioinsumos, foi estimado em US\$9,9 bilhões em 2020 (IHS MARKIT, 2021). Dentre os diversos tipos de bioinsumos, o mercado global de biofertilizantes tem projeção de crescimento de US\$2,02 bilhões em 2022 para US\$4,47 bilhões até 2029, com uma taxa de crescimento anual composta de 12,04% no período de previsão de 2022 a 2029 (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2022).

No Brasil através do decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, foi instituído o programa nacional de bioinsumos, e conceituou bioinsumo como: O produto, o processo ou a tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos (BRASIL, 2020).

Também conceituou os biofertilizantes como: Produto que contém componentes ativos ou substâncias orgânicas, obtido de microrganismos ou a partir da atividade destes, bem como seus derivados de origem vegetal e animal, capaz de atuar direta ou indiretamente sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, no aumento de sua produtividade ou na melhoria de sua qualidade, incluídos os processos e tecnologias derivados desta definição (BRASIL, 2020).

2.2 Tratamentos de resíduos sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, define como resíduos sólidos: Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

No artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos possuem a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa,

extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

A destinação dos resíduos industriais é uma responsabilidade do gerador, que deve garantir o tratamento e a destinação final adequados desses resíduos. O gerador tem a opção de realizar internamente o tratamento necessário dentro de sua própria indústria ou contratar serviços de empresas especializadas em tratamento externo.

As indústrias são obrigadas a elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, esse plano tem o objetivo de estabelecer diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos gerados, garantindo a conformidade com as normas ambientais e assegurando a destinação correta dos resíduos industriais (BRASIL, 2010).

Os principais métodos de tratamento de resíduos sólidos industriais orgânicos incluem compostagem, digestão anaeróbia, incineração, vermicompostagem e biorremediação. A compostagem envolve a decomposição controlada dos resíduos por microorganismos, resultando em composto orgânico. A digestão anaeróbia utiliza bactérias para decompor os resíduos, produzindo biogás e biofertilizante. A incineração envolve a queima dos resíduos, gerando energia térmica. A vermicompostagem utiliza minhocas para acelerar a decomposição, produzindo vermicomposto. A biorremediação usa microrganismos para degradar contaminantes orgânicos nos resíduos.

Dentre os diversos métodos existentes para o tratamento de resíduos orgânicos, o uso de insetos como forma de tratamento pode ser considerado pouco explorado. O trabalho descrito por Gold et al. (2018) demonstra a utilização de insetos para o tratamento de resíduos orgânicos.

Outro aspecto relevante diz respeito ao fato de que os insetos são considerados agentes naturais de eliminação, capazes de reduzir o material em decomposição e converter a matéria orgânica em proteínas e gorduras. Além disso, esses insetos também desempenham um papel importante na compostagem desses subprodutos, produzindo fertilizantes orgânicos que posteriormente são reutilizados na agricultura (LUCAS, 2021).

2.3 Tenébrio gigante

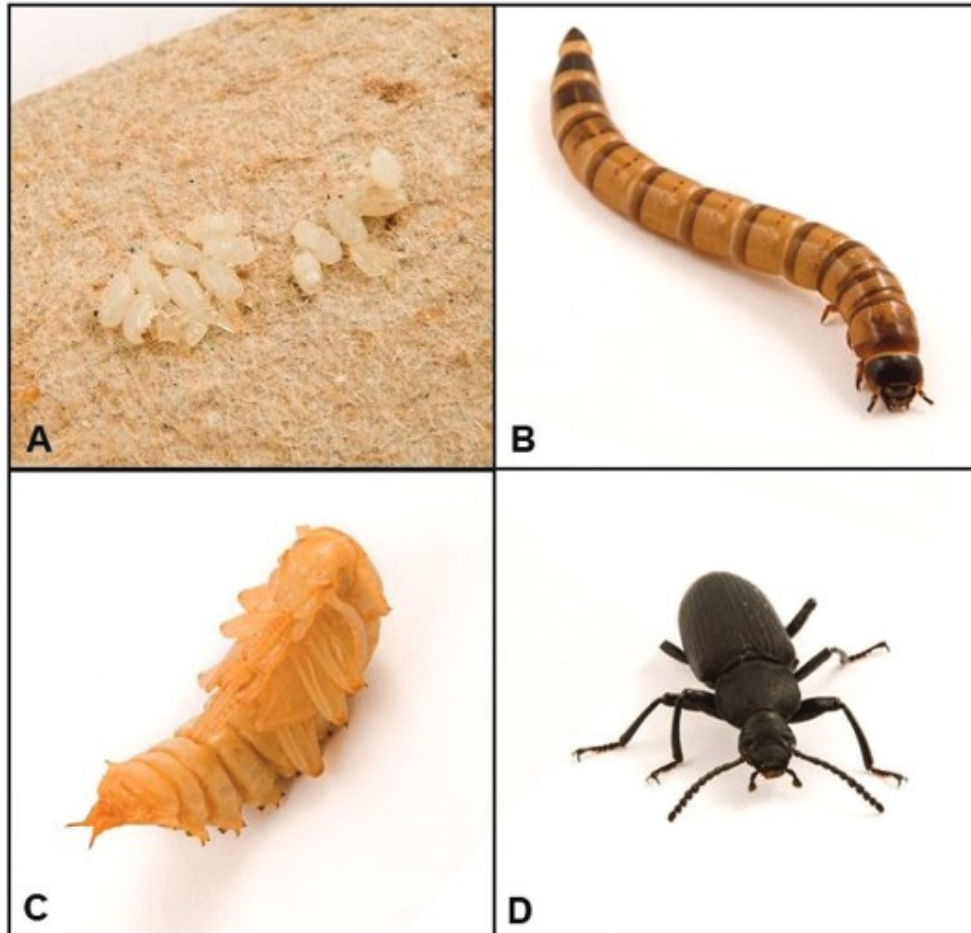
Os insetos são animais, pertencem à classe dos artrópodes e possuem um exoesqueleto. Seu corpo é dividido em três partes principais: cabeça, tórax e abdômen. Eles possuem três pares de pernas articuladas, olhos compostos e duas antenas. (HUIS et al., 2013).

Zophobas morio, popularmente conhecido como Tenébrio gigante, é um inseto da família Tenebrionidae e pertence à ordem Coleoptera. A ordem Coleoptera é uma das maiores ordens de insetos, com aproximadamente 350.000 espécies descritas em todo o mundo, representando cerca de 1/5 de todos os organismos descritos. No Brasil, estima-se que existam cerca de 30.000 espécies catalogadas (COSTA LIMA, 1952; VANIN & IDE, 2002).

O Tenébrio gigante, assim como outros besouros, passa por um processo de metamorfose completa, incluindo os estágios de ovo, larva, pupa e besouro adulto. O ciclo reprodutivo dessa espécie é concluído em aproximadamente 6 meses, mas isso pode variar dependendo das condições de temperatura, umidade, nutrição e iluminação. Esses insetos são de hábitos noturnos e evitam a exposição à luz solar. Devido à sua preferência por ambientes secos, o tenébrio gigante é considerado uma praga agrícola. Eles são frequentemente encontrados em moinhos, armazéns e depósitos de cereais e grãos. Subprodutos como farinhas e farelos também podem abrigar esses insetos, tanto na forma de larvas quanto de adultos. A expectativa de vida desses insetos é de cerca de 1 ano. As fêmeas depositam cerca de 400 ovos, que levam cerca de 12 dias para eclodir. A fase larval dura aproximadamente 120 dias, enquanto a fase de pupa dura cerca de 21 dias. A fase adulta tem uma duração média de 7 meses, e a partir do 20º dia de desenvolvimento, ocorre o dimorfismo sexual (PLANETA INSETO, 2023). Diferentemente do humus de minhoca, resíduos provenientes das excretas resultante do consumo de matéria orgânica, o Tené-

brio gigante produz o *frass*, que são as excretas e resíduos não digeridos das larvas do Tenébrio gigante.

Figura 1 - Ciclo de vida do tenébrio gigante, *Zophobas morio*, desde o ovo até o adulto: (A) ovos, (B) larva em estágio final, (C) pupa e (D) adulto.



Fonte: Rubos; Athanassiou, (2021).

3 METODOLOGIA

A condução do experimento ocorreu no Instituto Federal Catarinense Câmpus Lages, situada nas coordenadas geográficas de latitude 27° 48' 18,57" S e longitude 50° 20' 12,74" O.

3.1 Caracterização do resíduo

3.1.1 Coleta e preparo da amostra

O resíduo industrial, lodo do tratamento do estação de água, foi coletado na empresa Vossko do Brasil, localizada no município de Lages-SC, nas coordenadas geográfica de latitude 27° 45' 12,70" e longitude S 50° 20' 13,55". Após a coleta, o resíduo foi disposto em bandejas plásticas para serem secas ao ar. Periodicamente, o resíduo foi revolvido para garantir uma perda uniforme de umidade. Após a secagem, o resíduo foi triturado em um almofariz e armazenado em sacos plásticos.

Considerando que se trata de um resíduo industrial, a empresa Vossko do Brasil já havia realizado uma análise química do material, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do lodo de estação do tratamento de água.

N	P	K	Ca	Mg
----- g kg ⁻¹ -----				
10,82	7,82	1,56	2,94	10,82

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

3.2 Condução experimental

No dia 22 de março de 2023, um experimento foi conduzido envolvendo doses de resíduos previamente triturados misturados com farelo de trigo, que serviu como alimento e substrato para a criação das larvas do Tenébrio gigante. Essa mistura foi colocada em potes plásticos de 450 ml com furos na tampa, nos quais foram adicionadas 10 larvas do Tenébrio em cada recipiente. No dia 27 de abril de 2023, após um período total de 36 dias, ocorreu o término do experimento. Em seguida esse substrato foi peneirado, seco em estufa de circulação de ar forçado a

65°C e acondicionado em potes de plástico até o momento de realizar as devidas análises químicas.

Foi adotada uma quantidade de 100g de farelo de trigo como base para os cálculos das doses de 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, enquanto para doses de 25%, 50% e 75% de resíduo, foram empregados 75g de farelo de trigo, foi utilizado essa quantidade de farelo, pois se utilizasse 100g e as doses supracitadas, não caberia nos recipientes de plástico. Para todos os tratamentos, foi adicionado um pedaço de cenoura para hidratação das larvas de *Tenébrio*. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com um total de 8 tratamentos. Os tratamentos foram identificados como T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8. Para os tratamentos T1 a T5, foram realizadas 5 repetições, enquanto para os tratamentos T6 a T7, foram efetuadas 3 repetições. Os tratamentos caracterizam-se como:

- Tratamento T1 (Testemunha): 100g de farelo;
- Tratamento T2: 97,5g de farelo e 2,5g de resíduo;
- Tratamento T3: 95g de farelo e 5g de resíduo;
- Tratamento T4: 92,5g de farelo e 7,5g de resíduo;
- Tratamento T5: 90g de farelo e 10g de resíduo;
- Tratamento T6: 56,25g de farelo e 18,75g de resíduo;
- Tratamento T7: 37,5g de farelo e 37,5g de resíduo;
- Tratamento T8: 18,75g de farelo e 56,25g de resíduo.

Figura 2 - Instalação do experimento (A), Peneiramento das amostras (B).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

3.3 Análises químicas

Com as amostras do *frass* previamente peneiradas e secas, foi realizada a digestão das amostras, pelo método de digestão ácida descrito em Tedesco et al. (1995). A concentração de nitrogênio foi determinada por meio de arraste de vapores, em equipamento semimicro Kjeldahl e posterior titulação com H_2SO_4 a 0,025M (TEDESCO, 1995). O fósforo foi determinado por colorimetria e o potássio por fotometria de chama (TEDESCO, 1995). Os teores de cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (TEDESCO, 1995). Para as de-

terminações, foram utilizados os equipamentos da Universidade do Estado de Santa Catarina do Centro de Ciências Agroveterinárias, do laboratório de análises químicas do Departamento de Solos e Recursos Naturais.

3.4 Análises estatísticas

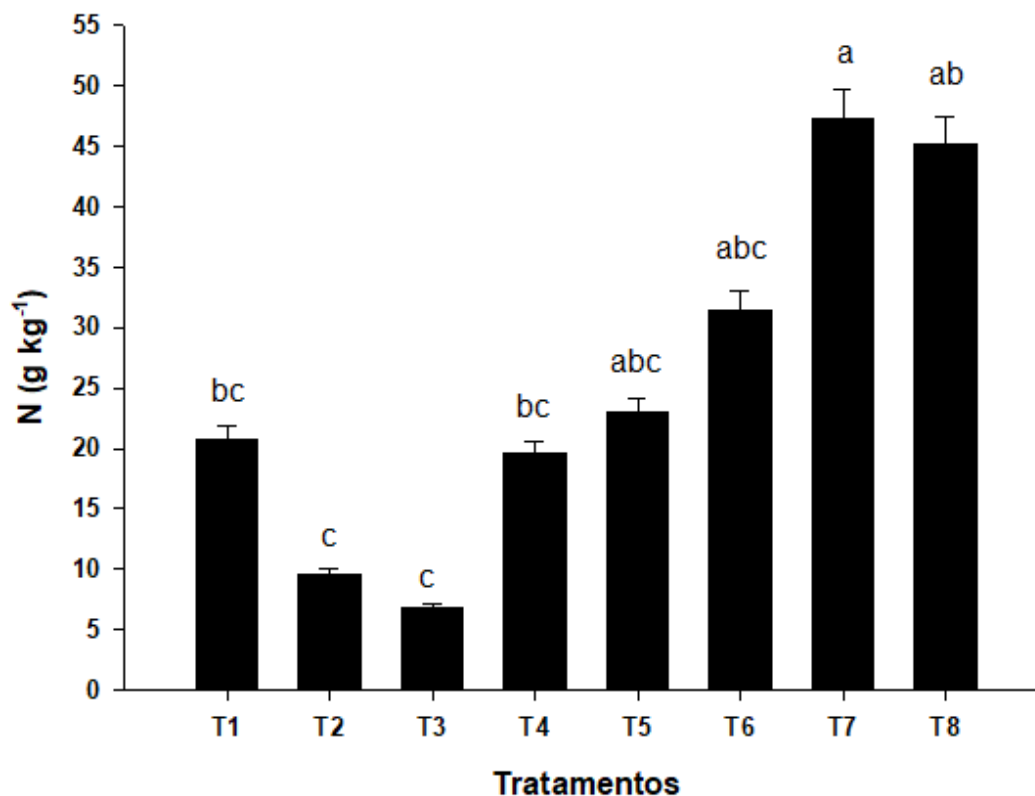
Os resultados obtidos referentes aos teores de nutrientes e o valor de pH do resíduo, foram submetidos à análise de normalidade Shapiro-Wilk, e quando atendidos os requisitos, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico R.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (Figuras 3 a 7), determinados nas amostras coletadas, foram influenciados pelos diferentes tratamentos aplicados. Em relação ao teor de nitrogênio, observou-se que o tratamento T7 apresentou o maior valor, enquanto o tratamento T3 apresentou o menor valor, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa em relação ao tratamento T2. Quanto ao fósforo, verificou-se que o tratamento T7 apresentou o maior valor, enquanto o tratamento T1 exibiu o menor valor. No que diz respeito ao potássio, constatou-se que o tratamento T3 exibiu o maior valor, no entanto, não houve diferença estatisticamente significativa em relação aos tratamentos T1, T5 e T6, sendo que o tratamento T8 foi associado ao menor valor. Em relação aos teores de cálcio e magnésio, observou-se que o tratamento T8 apresentou o maior valor para o cálcio, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa em relação aos tratamentos T6 e T7. Por outro lado, o tratamento T2 foi associado ao menor valor de cálcio. Em relação ao magnésio, o tratamento T5 exibiu o maior valor, não diferindo estatisticamente dos tratamentos T3 e T4, enquanto o tratamento T7 apresentou o menor valor, sem diferença estatisticamente significativa em relação aos tratamentos T6 e T8.

É relevante ressaltar que as doses mais altas de resíduo resultaram em aumentos significativos nos teores de nitrogênio, fósforo e cálcio. Por outro lado, os tratamentos T7 e T8 apresentaram teores menores de potássio. Além disso, os tratamentos T6, T7 e T8 mostraram os menores teores de magnésio.

Figura 3 - Teor de nitrogênio (N) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e 7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).

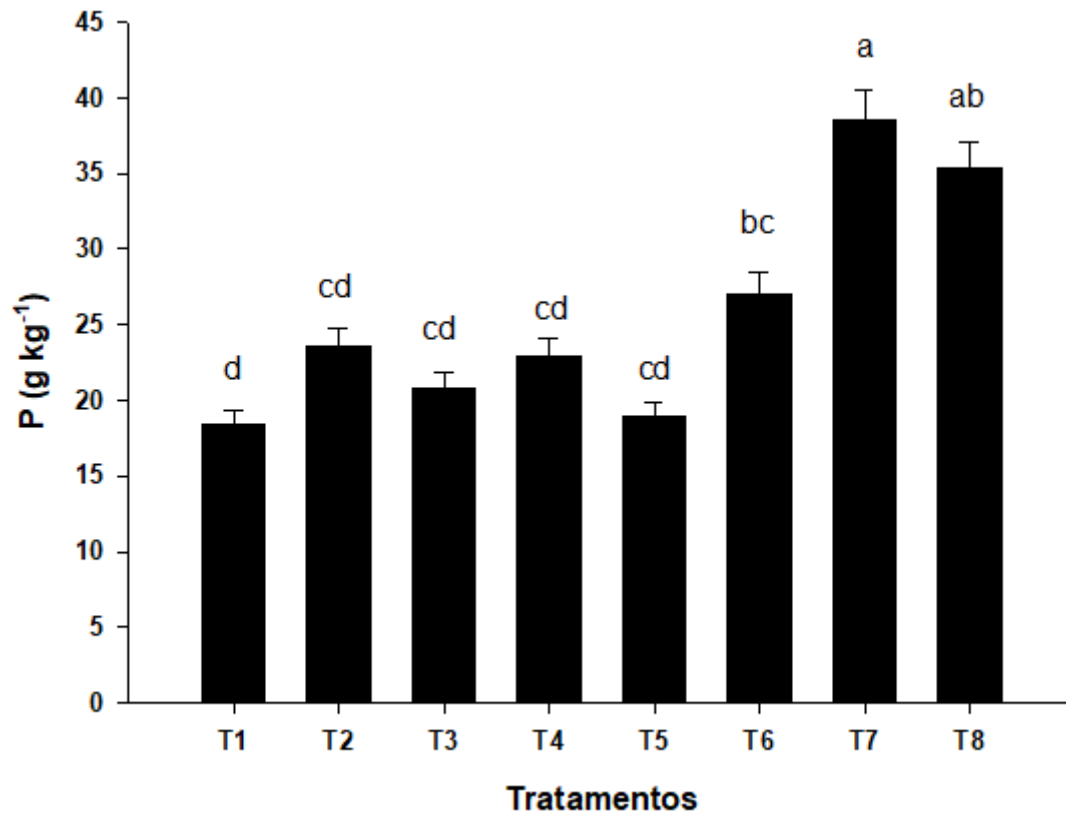


Medias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte – Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 4 - Teor de fósforo (P) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e

7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).

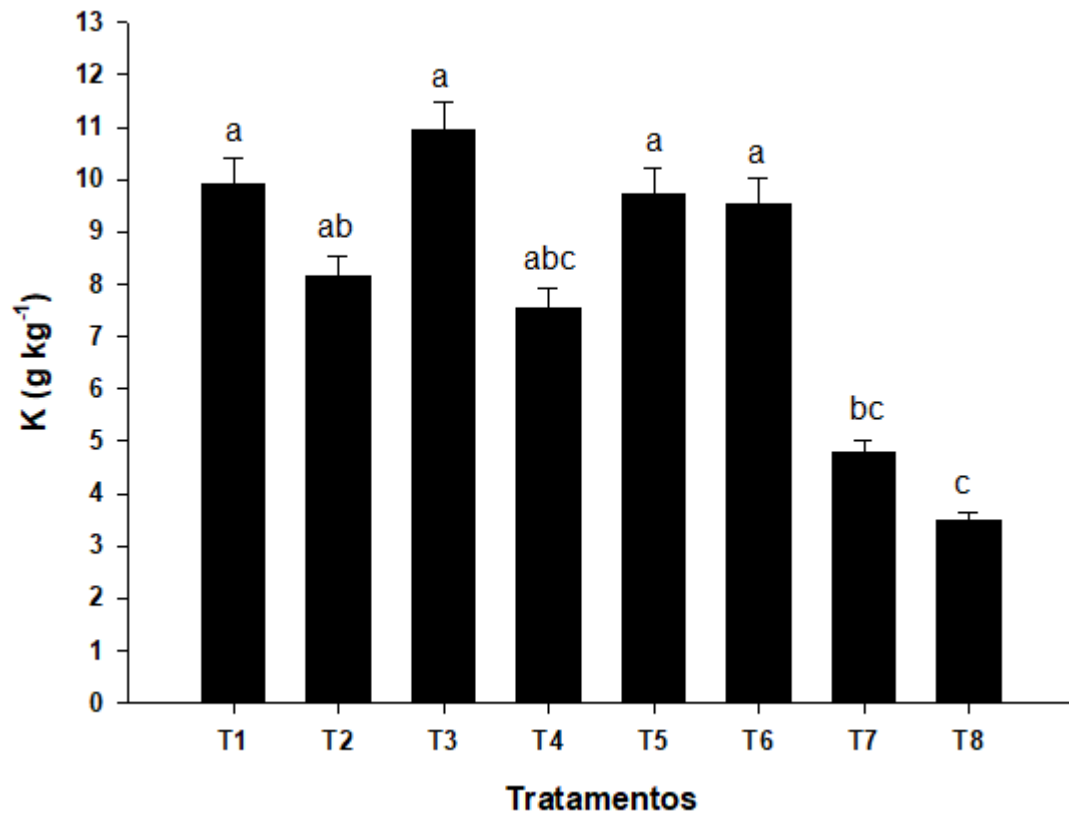


Medias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte – Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 5 - Teor de potássio (K) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e

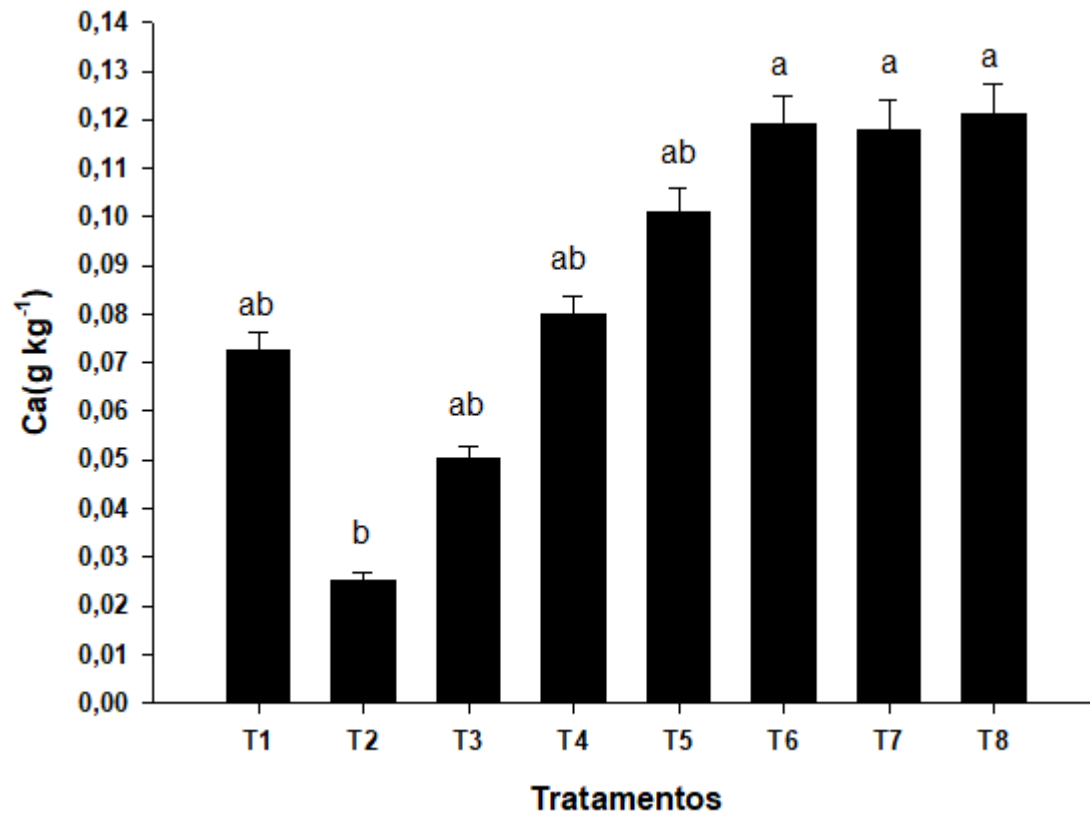
7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).



Medias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.
Fonte – Elaborado pelo autor, 2023.

Figura 6 - Teor de cálcio (Ca) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e

7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).

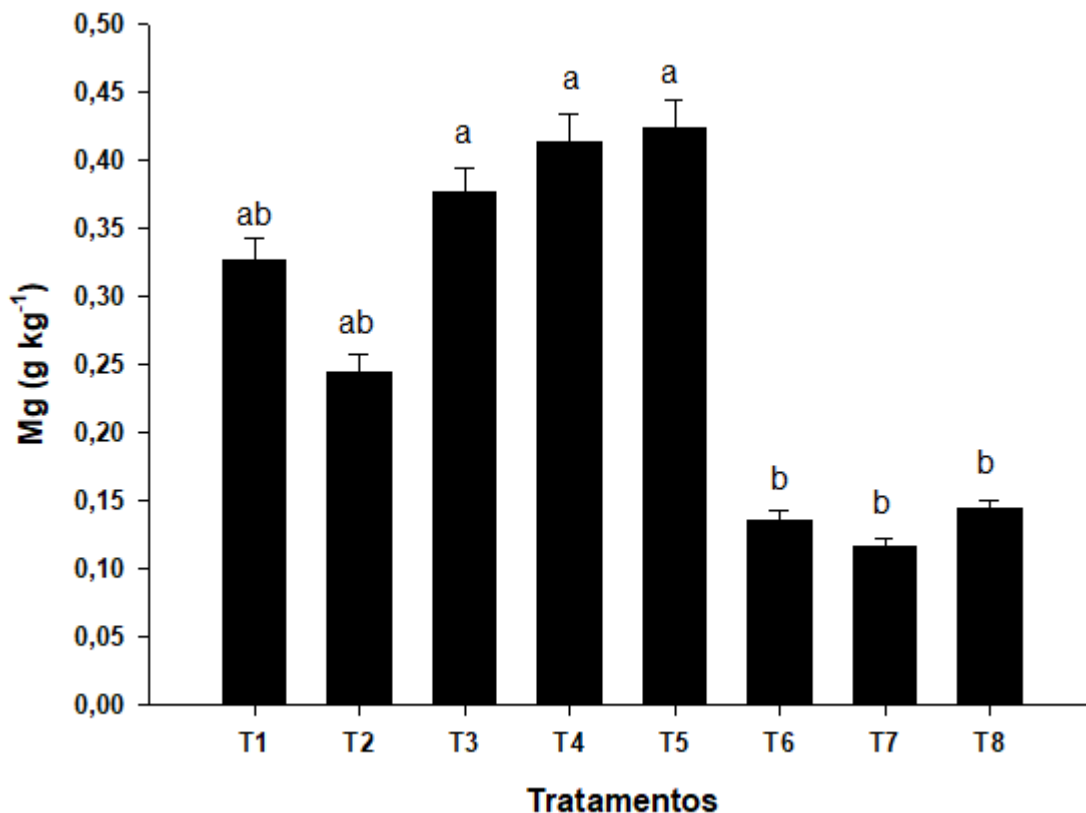


Medias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte – Elaborado pelo autor, 2023

Figura 7 - Teor de magnésio (Mg) dos tratamentos T1 (100g de farelo), T2 (97,5g de

farelo e 2,5g de resíduo), T3 (95g de farelo e 5g de resíduo), T4 (92,5g de farelo e 7,5g de resíduo), T5 (90g de farelo e 10g de resíduo), T6 (56,25g de farelo e 18,75g de resíduo), T7 (37,5g de farelo e 37,5g de resíduo) e T8 (18,75g de farelo e 56,25g de resíduo).



Medias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte – Elaborado pelo autor, 2023

A utilização de diferentes doses do resíduo orgânico da Vosso na alimentação do Tenébrio gigante demonstrou a capacidade de modificar a composição química do *frass* e ser aceito consumido por ele. Isso é relevante considerando o crescente interesse dos pesquisadores em utilizar insetos para converter resíduos orgânicos em uma variedade de produtos, como rações, fibras e fertilizantes (HUIS, 2013; GORTARI & HOURS, 2013; MAKKAR et al., 2014; BEESIGAMUKAMA et al., 2021). Portanto, o uso do Tenébrio gigante é uma possibilidade promissora nesse contexto.

Um estudo conduzido por Beesigamukama et al. (2022) investigou a composição do *frass* de nove insetos diferentes, cada um alimentado com uma fonte distinta de resíduo orgânico. Os resultados mostraram que os teores aproximados de nitrogênio variaram de 16 a 30 g kg⁻¹, os de fósforo variaram de 2 a 16 g kg⁻¹ e os de potássio variaram de 15 a 40 g kg⁻¹. Um estudo anterior de Houben (2020) revelou que

larvas de *Tenebrio molitor* alimentadas com farelo de trigo apresentaram uma composição de *frass* contendo 50 g kg⁻¹ de nitrogênio, 20 g kg⁻¹ de fósforo e 17 g kg⁻¹ de potássio. Comparando esses dados com os resultados dos tratamentos que utilizaram o resíduo da Vosso na alimentação do Tenébrio gigante, observou-se que o tratamento T7 apresentou maiores teores de nitrogênio e fósforo. O baixo teor de potássio pode ser explicado pelo fato de que o resíduo fornecido para o Tenébrio possui uma baixa concentração de potássio, cerca de 1,56 g kg⁻¹ em sua composição. Esses teores de nutrientes indicam que o *frass* pode ser uma fonte adequada de nutrição para as plantas (BEESIGAMUKAMA et al., 2020). Além disso, diferentes tipos de resíduos podem ser utilizados como alimento para os insetos (HARSANY et al., 2020; LALANDE et al., 2020), o que reforça a viabilidade do uso do resíduo da Vosso como alimento.

Outro aspecto interessante do *frass* é que ele não apenas fornece nutrientes para as plantas, mas também atua como um promotor de saúde e crescimento. Durante o processo de criação dos insetos, o substrato onde eles são cultivados contém tanto o *frass* quanto as exúvias, e a quitina é um dos componentes dessas exúvias. Estudos têm mostrado que insumos contendo quitina promovem o crescimento das plantas (SHARP, 2013), e tanto a quitina quanto o *frass* dos insetos afetam a composição da microbiota do solo, desempenhando um papel importante na promoção do crescimento e da saúde das plantas (HEINEN, 2018).

A alimentação de insetos com resíduos orgânicos pode bioconverter esses resíduos em nutrientes para a alimentação animal. Dentre os insetos criados para esse fim, o *Tenebrio molitor* contém aproximadamente 50% de proteína (BELFORTI et al., 2015), o Tenébrio gigante possui cerca de 46% de proteína, a Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) possui 47% de proteína e o grilo (*Acheta domesticus*) possui 66% de proteína, além de uma variedade de outros insetos com alto teor de proteína em sua composição que podem bioconverter resíduos (USDA NATIONAL NUTRIENT DATABASE, 2015; BUKKENS, 1997; FINKE, 2007; FINKE, 2013; RAMOS-ELORDUY et al., 1997). Portanto, o resíduo da Vosso pode ser considerado um substrato potencial para esse processo de bioconversão.

Outra possibilidade observada através do consumo do resíduo da Vosso pelo Tenébrio gigante é utilizá-lo como agente de tratamento de resíduos orgânicos. Diversos insetos estão sendo estudados como agentes de tratamento de resíduos orgânicos, e o trabalho realizado por Znaella (2021) mostra que o uso de indivíduos

de *Nauphoeta cinerea*, uma espécie de barata, pode ser uma opção viável nesse sentido. Uma vantagem interessante do uso de insetos para o tratamento de resíduos é que eles exigem um espaço relativamente pequeno em comparação com estruturas tradicionais de tratamento. Por exemplo, a Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) é capaz de processar cerca de 1 tonelada de resíduos por dia em uma área de aproximadamente 250 m². Além disso, as larvas podem reduzir significativamente o volume úmido inicial dos resíduos, chegando a uma redução de até 80% (DORTMANS, 2021).

Um dos desafios, em se trabalhar com o resíduo do lodo do tratamento do estação de água da Vosso, quando seco, ele fica muito duro dificultando sua moagem, portanto, é interessante avaliar e determinar a melhor umidade do material para moagem, para em seguida, realizar a completa secagem, ou também, avaliar a possibilidade de misturar o lodo com o farelo de trigo, e em seguida secar e moer, para verificar se a moagem ocorre de forma mais facilitada.

5 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que a utilização de diferentes doses do resíduo orgânico da Vosso na alimentação do Tenébrio gigante resultou em alterações na composição química do *frass* produzido por esses insetos. Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio no *frass* foram influenciados pelos diferentes tratamentos aplicados. Observou-se que as doses mais altas de resíduo resultaram em aumentos significativos nos teores de nitrogênio, fósforo e cálcio, enquanto os tratamentos T7 e T8 foram associados a teores menores de potássio. Além disso, os tratamentos T6, T7 e T8 demonstraram os menores teores de magnésio. Tais resultados indicam que o produzido a partir do resíduo da Vosso pode ser uma fonte adequada de nutrientes para as plantas, especialmente em termos de nitrogênio, fósforo e cálcio.

A alimentação do Tenébrio gigante, através do enriquecimento com resíduos orgânicos apresenta potencial para a bioconversão. Nesse contexto, o resíduo da Vosso pode ser considerado um substrato potencial para o processo de bioconversão. A utilização do Tenébrio gigante pode ser uma opção para reduzir o volume e tratar resíduos orgânicos.

Em suma, o uso do Tenébrio gigante, alimentado com o resíduo orgânico da Vosso, mostra potencial para a produção de *frass* com composição química modificada, que pode ser utilizado como fonte de nutrientes para as plantas, promovendo seu crescimento e saúde. Além disso, a bioconversão de resíduos orgânicos e o tratamento de resíduos utilizando insetos apresentam oportunidades interessantes para a gestão sustentável desses materiais.

No entanto, são necessárias pesquisas mais aprofundadas para explorar o potencial do Tenébrio gigante como agente transformador de diversos resíduos. Essas investigações devem abordar a caracterização da composição nutricional do inseto, a quantificação a qualidade do *frass* produzido e as avaliações agrônômicas, por exemplo, disponibilidade dos nutrientes às plantas, solubilidade, efeitos no solo etc. Bem como a compreensão de seu hábito alimentar e rendimento da transformação do resíduo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, Miguel A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio

de Janeiro, RJ:PTA/FASE, 1989. 400 p.

ANIN, S. A. & IDE, S. Classificação comentada de Coleóptera. Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2016. São Paulo: ABRELPE; 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS. Mercado de fertilizantes 2017/2020. In: principais indicadores do setor de fertilizantes. Disponível em:<http://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Principais_Indicadores_2020.pdf>Acesso em 24 de agosto 2020.

BEESIGAMUKAMA, D. et al. Exploring black soldier fly frass as novel fertilizer for improved growth, yield, and nitrogen use efficiency of maize under field conditions. *Frontiers in Plant Science*, e574592, 2020.

Beesigamukama, D. et al. Low-cost technology for recycling agro-industrial waste into nutrient-rich organic fertilizer using black soldier fly. *Waste Manag.* 119, 183–194, 2021.

BEESIGAMUKAMA, D.; SUBRAMANIAN, S.; TANGA, C. M. Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1–13, 2022.

BRASIL. Fernando A. Freitas Lins. Ministério de Minas e Energia. RELATÓRIO GT-FERTILIZANTES. Brasil, 2008. 30 p.

BRASIL. Lei 12.305/2010 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. Disponível

em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>.

Acesso em: 09 de mai. de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020. Institui o Programa Nacional de Bioinsumos e o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos. Diário Oficial da União. 27 de maio de 2020, p. 105 a 106.

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

Bukkens, S.G.F. Insects in the human diet: Nutritional Aspects. In: Paoletti, M.G., Enfield (Eds.), Ecological Implications of Minilivestock Potential of Insects, Rodents, Frogs, and Snails. Science Publishers, Boca Raton, Florida, pp. 545–577, 2005.

Bukkens, S.G.F. The nutritional value of edible insects. Ecol. Food Nutr. 36, 287–319. 1997.

CARVALHO VIDAL, M.; PEREIRA DIAS, R. Bioinsumos a Partir Das Contribuições Da Agroecologia. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 18, n. 1, p. 171–192, 2023.

CARVALHO VIDAL, M.; PEREIRA DIAS, R. Bioinsumos a Partir Das Contribuições Da Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 1, p. 171–192, 2023.

CONTINI, E.; ARAGÃO, A. O Agro Brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), v. 20, n. 3, p. 9 pages, 2021.

COSTA LIMA, A. M. Insetos do Brasil. Coleópteros. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, v. 7-10, 1a- 2apartes, p. 372, 323, 289, 373. 1952.

DORTMANS, B.M.A. et al. Black Soldier Fly Biowaste Processing. Überlandstrasse: Eawag, 100 p. 2017.

Finke, M.D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates as food for insectivores. *Zoo Biol.* 21, 269–285, 2002.

Finke, M.D. Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biol.* 32, 27–36, 2013.

GIUSTI, L. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste management*, v. 29, n. 8, p. 2227-2239, 2009.

Gold, M., Tomberlin, J.K., Diener, S., Zurbrügg, C., Mathys, A. Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: a review. *Waste Management* 82, 302-318, 2018.

Gortari, M. C. & Hours, R. A. Biotechnological processes for chitin recovery out of crustacean waste: A mini-review. *Electron. J. Biotechnol.* 16, 2013.

Harsányi, E.; Juhász, C.; Kovács, E.; Huzsvai, L.; Pintér, R.; Fekete, G.; Varga, Z.I.; Aleksza, L.; Gyuricza, C. Evaluation of Organic Wastes as Substrates for Rearing *Zophobas morio*, *Tenebrio molitor*, and *Acheta domesticus* Larvae as Alternative Feed Supplements. *Insects* 2020.

HEINEN, R. et al. Effects of Soil Organisms on Aboveground Plant-Insect Interactions in the Field: Patterns, Mechanisms and the Role of Methodology. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, n. July, p. 1–15, 2018.

HOUBEN, D. et al. Potential use of mealworm frass as a fertilizer: Impact on crop growth and soil properties. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–9, 2020. and aquaculture. *J. Agric. Econ.* 61 (2), 381e397.

HUIS, V. A., et al. Edible insects: Future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, 2013.

IHS MARKIT. Annual New Product Introductions: Biological vs Conventional. Disponível em: <https://ihsmarkit.com/research-analysis/biologicals-innovation.html>. Acesso em setembro de 2021.

Insights FB: Biofertilizers Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Type (Nitrogen Fixing, Phosphate Solubilizers, Others). By Microorganism (Rhizobium, zotobacter, Azospirillum, Pseudomonas, Bacillus, VAM, Others), By Application (Seed Treatment, Soil Treatment, Others), By Crop Type (Cereals, Pulses & Oilseeds, Fruits & Vegetables, Others), and Regional Forecast, 2022-2029. In: Biofertilizers Market. 2022: 199.

LALANDER, C. et al. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 211–219, 2020.

LUCAS, A.J.S. Insetos na alimentação animal: um panorama geral. Rio Grande, RS: Ed da UURG, 2021. 146p.

MAKKAR, H. P. S. et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 1–33, 2014.

MAZZARO, Marcio A. T.; VIDAL, Mariane C.; FROTA, Lucy F. Bioeconomia e os bioinsumos. In: PARRA, Rafaela A. (Org.). Direito aplicado ao agronegócio. 3 ed. Londrina, PR: Editora Thoth, 2022, p. 573-591.

ROER, R.; ABEHSERA, S.; SAGI, A. Exoskeletons across the pancrustacea: Comparative morphology, physiology, biochemistry and genetics. **Integrative and Comparative Biology**, v. 55, n. 5, p. 771–791, 2015.

RUMBOS, C. I.; ATHANASSIOU, C. G. The superworm, *zophobas morio* (Coleoptera:Tenebrionidae): A ‘sleeping giant’ in nutrient sources. *Journal of Insect Science*, v. 21, n. 2, 2021.

TEDESCO, M.J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. 1995.

Tenébrio gigante. Disponível em: <<https://planetainseto.com.br/atracoes-do-planeta-inseto/tenebrio-gigante/>>. Acesso em: 12 mai. 2023.

THEODORO, S.H. & ALMEIDA, E. Agrominerais e a construção da soberania em insumos agrícolas no Brasil. *Agriculturas*, v. 10, n. 1, p. 22-28, 2013.

Tveterås, S., Tveterås, R., 2010. The global competition for wild fish resources between livestock United Nations, 2015.

World Population Prospects: Key Findings and Advance Ta- US Department of Agriculture, 2015. Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. Current Version: September 2015.

VAN HUIS, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual Review of Entomology**, v. 58, p. 563–583, 2013.

van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., VANIN, S. A.; IDE, S. Classificação comentada de Coleoptera. **m3m: Monografias Tercer Milenio**, v. 2, p. 193–205, 2002.

Vantomme, P. Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security. 2013.

ZANELLA, A. L. N. et al. Aplicação De Interpolação Polinomial Na Análise Da Degradação De Resíduos Orgânicos Utilizando Indivíduos Da Espécie Nauphoeta Cinerea / Application of Polynomial Interpolation in the Analysis of Organic Waste Degradation Using Individuals of the Species Nauphoeta Cinerea. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 14803–14813, 2021.