

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL, UFFS  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL, PR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO, MESTRADO EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL (PPGADR)**

**THAIS PIGATTO**

**Biologia e composição centesimal de *Gryllus assimilis* (Orthoptera: Gryllidae)  
alimentados com diferentes dietas alimentares**

**LARANJEIRAS DO SUL, PR**

**2023**

**THAIS PIGATTO**

**Biologia e composição centesimal de *Gryllus assimilis* (Orthoptera: Gryllidae)  
alimentados com diferentes dietas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGADR) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Aline Pomari Fernandes

Co-Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vania Zanella Pinto

**LARANJEIRAS DO SUL, PR**

**2023**

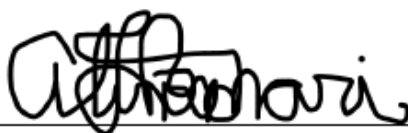
**THAIS PIGATTO**

**Biologia e composição centesimal de *Gryllus assimilis* (Orthoptera: Gryllidae)  
alimentados com diferentes dietas**

Dissertação apresentada para o Programa de Pós-Graduação,  
Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural  
Sustentável (PPGADR) da Universidade Federal da Fronteira  
Sul (UFFS) como requisito de aprovação de defesa da  
dissertação.

Este trabalho foi aprovado pela banca em 31/08/2023.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Aline Pomari Fernandes

Orientadora/Presidente



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vania Zanella Pinto

Co-Orientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Romão – UFFS

1º Membro

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luisa Helena Cazarolli – UFFS

2º Membro

## Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Pigatto, Thais

Biologia e composição centesimal de *Gryllus assimilis* (Orthoptera: Gryllidae) alimentados com diferentes dietas / Thais Pigatto. -- 2023.

51 f.:il.

Orientadora: Doutora Aline Pomari Fernandes

Co-orientadora: Doutora Vania Zanella Pinto

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

I. Fernandes, Aline Pomari, orient. II. Pinto, Vania Zanella, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, e aos meus pais, que não pouparam esforços para que eu pudesse enriquecer minha formação.

## AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer a Deus pelo dom da vida, por ao longo deste processo complicado e desgastante, me ter feito ver o caminho e me dado força nos momentos em que pensei em desistir!

Aos meus pais Idalino J. Pigatto e Simone T. T. Pigatto, que devo a vida e todas as oportunidades que nela tive e espero um dia poder lhes retribuir toda a dedicação e amor que vocês tem por mim, toda a ajuda e apoio nos momentos de dúvida. Esta dissertação é a prova de que os esforços deles pela minha educação não foram em vão e valeram a pena.

Agradeço ainda ao meu namorado Jober Ovsiany por toda a paciência, apoio e dedicação em me fazer continuar e hoje chegar aqui, e aos familiares e amigos que me incentivaram e auxiliaram de alguma forma que ao longo desta etapa me encorajaram e me apoiaram a seguir em frente e conquistar mais esse título para minha formação.

Deixo também um agradecimento especial à minha Orientadora Aline Pomari Fernandes por todo o auxílio nos momentos de incertezas, também a minha Co-Orientadora Vânia Zanella Pinto que também se doou por esse trabalho, a equipe que me ajudou no laboratório no dia a dia, encarando junto comigo os desafios que nos deparamos a todo o momento, pois o auxílio de vocês, não seria possível estar aqui hoje!

E também não posso deixar de agradecer a Universidade Federal da Fronteira Sul, por ser um espaço que privilegia e incentiva o conhecimento, onde todas as ideias são bem recebidas.

“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não podem dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.” (Paulo Freire)

## RESUMO

Conforme as análises feita pela Food and Agriculture Organization (FAO), o crescimento populacional sofrerá um aumento significativo, e a produção de carnes, não conseguirá acompanhar. Portanto, a entomofagia, surge como uma fonte alimentar alternativa, com altos teores de vitaminas, proteínas, fibras, gordura e micronutrientes. Os insetos são fáceis de se reproduzir em criações em larga escala e apresentam uma boa eficiência de conversão alimentar. A biologia de *Gryllus assimilis*, pode ser influenciada pela sua alimentação, aumentar ou reduzir seu tempo de desenvolvimento, fertilidade e fecundidade. Esse trabalho tem como objetivo estabelecer a criação de *G. assimilis*, em uma dieta específica, considerando suas necessidades nutricionais e parâmetros biológicos, a influência da dieta na composição centesimal. A metodologia se deu através da criação dos insetos no laboratório, da Universidade Federal da Fronteira Sul, com temperatura, fotofase e umidade controladas, alimentados com a ração formulada pela FAO (farelo de milho, de soja, óleo de milho, minerais) e água. As análises realizadas foram: *G. assimilis* alimentados com seis diferentes dietas: FAO/Controle, a com couve, a sem óleo de milho, a gérmen de trigo, a bagaço de malte e a amendoim. Avaliou-se o desenvolvimento da fase jovem com avaliações diárias para verificar a mortalidade dos insetos, quando adultos, pesados, separados por sexo, mantidos em dieta hídrica (24h), abatidos por congelamento. Para a fecundidade e fertilidade, realizou-se montagem de casais, coleta de ovos. Avaliou-se a mortalidade dos adultos, a fecundidade e viabilidade dos ovos por casal. As avaliações da composição centesimal foram com insetos adultos (até 24h), mantidos em dieta hídrica, abatidos por congelamento, liofilizados e moídos para produção de farinhas. Análises bromatológicas realizadas com amostras secas, sendo o teor de umidade, teor de cinzas, teor de proteína bruta, teor de lipídios totais, o teor de carboidratos totais e o perfil dos ácidos graxos. E análise estatística com Tukey 5%. Os resultados foram que: as diferentes dietas influenciaram nos parâmetros biológicos de *G. assimilis*. A duração da fase jovem, menor com a dieta da couve (51 dias), a viabilidade das ninfas maior nas dietas couve e gérmen (48,37 e 38,47%). Para o peso as dietas couve, gérmen e bagaço foram maiores (0,72; 0,70 e 0,75g). A longevidade das fêmeas, maior nas dietas bagaço e amendoim. A fecundidade maior nas dietas bagaço (2897 ovos), gérmen (2464 ovos) e couve (2403 ovos). Todas as dietas, exceto a sem óleo, apresentaram viabilidade dos ovos superior a 80%. O teor de umidade das dietas FAO/Controle, couve, sem óleo e gérmen não diferiram entre si. Para teor de cinzas a dieta couve diferiu das demais. Teor de proteína bruta, as dietas FAO/Controle, couve e sem óleo foram semelhantes.



Teor de lipídios com a dieta gérmen de trigo, acima de 40%, o teor de carboidratos em torno de 56%. E o perfil dos ácidos graxos com a presença de todos em todas as dietas. Conclui-se que se pode realizar uma suplementação alimentar com o uso de gérmen de trigo e bagaço de malte, oportunidades de melhorias para a criação massal do indivíduo.

**Palavras-chave:** Grilo preto; Insetos edíveis; Farinha de grilo; Composição nutricional.

## ABSTRACT

According to analyzes carried out by the Food and Agriculture Organization (FAO), population growth will experience a significant increase, and meat production will not be able to keep up. Therefore, entomophagy emerges as an alternative food source, with high levels of vitamins, proteins, fiber, fat and micronutrients. Insects are easy to reproduce in large-scale farms and have good food conversion efficiency. The biology of *Gryllus assimilis* can be influenced by its diet, increasing or reducing its development time, fertility and fecundity. This work aims to establish the creation of *G. assimilis*, on a specific diet, considering its nutritional needs and biological parameters, the influence of the diet on the proximate composition. The methodology was carried out through the creation of insects in the laboratory at the Federal University of Fronteira Sul, with controlled temperature, photophase and humidity, fed with food formulated by FAO (corn bran, soybean meal, corn oil, minerals) and water. The analyzes carried out were: *G. assimilis* fed with six different diets: FAO/Control, with cabbage, without corn oil, wheat germ, malt bagasse and peanut. The development of the young phase was evaluated with daily assessments to verify the mortality of the insects, when adults, weighed, separated by sex, maintained on a water diet (24 hours), slaughtered by freezing. For fertility and fecundity, couples were assembled and eggs were collected. Adult mortality, fecundity and egg viability per couple were evaluated. The evaluations of the proximate composition were with adult insects (up to 24 hours), kept on a water diet, slaughtered by freezing, freeze-dried and ground to produce flour. Bromatological analyzes carried out with dry samples, including moisture content, ash content, crude protein content, total lipid content, total carbohydrate content and fatty acid profile. And statistical analysis with Tukey 5%. The results were that: the different diets influenced the biological parameters of *G. assimilis*. The duration of the young phase, shorter with the cabbage diet (51 days), the viability of nymphs greater on the cabbage and germ diets (48.37 and 38.47%). For weight, the kale, germ and pomace diets were higher (0.72, 0.70 and 0.75g). The longevity of females was greater in the bagasse and peanut diets. The highest fecundity in the bagasse (2897 eggs), germ (2464 eggs) and cabbage (2403 eggs) diets. All diets, except the one without oil, presented egg viability greater than 80%. The moisture content of the FAO/Control, kale, oil-free and germ diets did not differ from each other. For ash content, the kale diet differed from the others. Crude protein content in the FAO/Control, kale and oil-free diets were similar. Lipid content with wheat germ diet above 40%, carbohydrate content around 56%. And the profile of fatty acids with the presence of all in all diets. It is concluded

that food supplementation can be carried out with the use of wheat germ and malt bagasse, providing opportunities for improvements for the individual's mass production.

**Keywords:** *Black cricket*; Edible insects; cricket flour; Nutritional composition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> <i>Gryllus assimilis</i> macho (à esquerda) e fêmea (à direita) onde é possível visualizar o ovipositor.....	18
<b>Figura 2:</b> Sala e gaiolas de criação.....	26
<b>Figura 3:</b> <i>Gryllus assimilis</i> dispostos no interior da gaiola.....	27
<b>Figura 4:</b> Processo de muda de uma ninfa de <i>G. assimilis</i> .....	29
<b>Figura 5:</b> Gaiolas para avaliação de fecundidade e fertilidade.....	30
<b>Figura 6:</b> Média $\pm$ EPM da longevidade (dias) de fêmeas de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com diferentes dietas.....	35
<b>Figura 7:</b> Média $\pm$ EPM da longevidade (dias) de machos de <i>G. assimilis</i> alimentados com diferentes dietas.....	36
<b>Figura 8:</b> Média $\pm$ EPM da porcentagem fecundidade de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com diferentes dietas.....	37
<b>Figura 9:</b> Média $\pm$ EPM da viabilidade (%) dos ovos de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com diferentes dietas.....	38
<b>Figura 10:</b> Taxa de oviposição média de <i>G. assimilis</i> , onde temos a oviposição diária e a oviposição acumulada, conforme a dieta que as fêmeas foram submetidas.....	39
<b>Figura 11:</b> Média $\pm$ EPM da porcentagem dos teores de proteína bruta a partir das análises da composição química de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com diferentes dietas.....	41
<b>Figura 12:</b> Média $\pm$ EP da comparação dos teores de lipídeos a partir das análises da composição centesimal de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com diferentes dietas.....	42

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Descrição da porcentagem das composições das dietas utilizadas no experimento. .....	28
<b>Tabela 2:</b> Média $\pm$ EPM do tempo de desenvolvimento da fase jovem (dias), viabilidade da fase jovem e peso de adultos de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com diferentes dietas. ....	33
<b>Tabela 3:</b> Composição química das dietas fornecidas aos <i>G. assimilis</i> .....	40
<b>Tabela 4:</b> Perfil de ácidos graxos em grilos dado pela área relativa do éster metílico de cada composto.....	43

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
FAO	Food and Agriculture Organization

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>17</b>
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos .....	17
<b>3</b>	<b>Revisão de literatura .....</b>	<b>18</b>
3.1	<i>Gryllus assimilis</i> : O grilo preto, suas características e parâmetros biológicos. ..	18
3.2	Necessidades nutricionais do <i>Gryllus assimilis</i> . .....	19
3.2.1	Ingredientes das dietas .....	20
3.3	Uso de <i>G. assimilis</i> na alimentação .....	24
<b>4</b>	<b>Materiais e Métodos .....</b>	<b>26</b>
4.1	Criação de <i>Gryllus assimilis</i> .....	26
4.2	Desenvolvimento de <i>Gryllus assimilis</i> em diferentes dietas.....	28
4.3	Fecundidade e fertilidade de <i>Gryllus assimilis</i> em diferentes dietas .....	29
4.4	Obtenção das farinhas de <i>Gryllus assimilis</i> .....	30
4.5	Composição da farinha de <i>Gryllus assimilis</i> .....	31
4.6	Perfil dos ácidos graxos .....	32
4.7	Análise Estatística .....	32
<b>5</b>	<b>Resultados e DiscussÃO.....</b>	<b>33</b>
5.1	Biologia de <i>G. assimilis</i> .....	33
5.2	Composição química da farinha do grilo.....	39
<b>6</b>	<b>Considerações finais.....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Referências.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Entomofagia é o termo utilizado para se referir ao ato de se alimentar por meio de insetos (GAHUKAR, 2011). Esta surgiu com os primeiros homínídeos, porém, recentemente vem se destacando também nas culturas ocidentais. Em torno de 113 países no mundo praticam a entomofagia, consumindo insetos de várias formas, por cerca de 2 bilhões de seres humanos, sendo esses predominantes na África, América Latina e Ásia (BARENNE; PHIMMASANE; RAJAONARIVO, 2015).

Segundo as indicações da FAO (Food and Agriculture Organization) em relação ao crescimento populacional até os anos de 2050, este se encontrará em torno de 10 bilhões de pessoas, já a produção de carne não conseguirá acompanhar o crescimento populacional, ficando em torno de 410 milhões de toneladas/ano (BOLAND *et al.*, 2013). Portanto, a entomofagia surge como uma fonte alimentar alternativa que é saudável e nutritiva, com altos teores de vitaminas, proteínas, fibras, gordura e micronutrientes.

Os insetos edíveis são fáceis de se reproduzir por meio de criações em larga escala, além de possuírem uma alta fecundidade, produzindo muitos indivíduos durante o seu ciclo de vida, além de, apresentarem uma boa eficiência para a conversão alimentar (BARENNE; PHIMMASANE; RAJAONARIVO, 2015). Estudos recentes mostraram resultados positivos com a inclusão de farinha de insetos, principalmente grilos, em produtos à base de cereais, como pães, massas, muffins e biscoitos (PAUTER *et al.*, 2018). No geral, os novos produtos apresentam propriedades tecnológicas semelhantes às tradicionais e boa aceitação sensorial, mas com a vantagem de serem nutricionalmente mais ricos (DA ROSA MACHADO e THYS, 2019).

As espécies de insetos edíveis, que podem ser consumidos, se encontram dentro de algumas ordens, dentre essas a Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera e Orthoptera (DURST *et al.*, 2010). As espécies criadas no Brasil são: Barata cinérea (*Nauphoeta cinerea*), mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), tenébrio comum (*Tenebrio molitor*), tenébrio gigante (*Zophobas morio*), e a espécie que vem se destacando atualmente, o grilo-preto (*Gryllus assimilis*) (COSTA *et al.*, 2021).

A criação de grilos em larga escala deve seguir algumas premissas, como, viabilidade biológica e econômica. Ambas estão diretamente correlacionadas à alimentação destes insetos.



A biologia de *Gryllus assimilis* pode ser influenciada pela sua alimentação que pode aumentar ou reduzir seu tempo de desenvolvimento, fertilidade e fecundidade. Então se torna necessário o estabelecimento de uma dieta para a criação de insetos, sendo possível que a produção em larga escala seja eficiente, visto que, a escala industrial foi definida, com um alcance de 1 tonelada de insetos frescos ao dia, também devem possuir altas taxas de crescimento, curto período de desenvolvimento (ciclo de vida), altas taxas de sobrevivência e oviposição, um alto potencial de ganhos de biomassa, capacidade de sobrevivência em densidades populacionais, além de necessitarem de altas resistências em relação a doenças (VAN HUIS *et al.*, 2013).

Nesse sentido, estabelecer uma dieta para criação de grilos em larga escala torna-se fundamental para aumentar a eficiência de produção. Soma-se a isso a viabilidade econômica de produção desta espécie. Para tanto, é fundamental o conhecimento de ingredientes, como subprodutos da indústria alimentícia, que possam ser utilizados com esta finalidade. Diante do exposto, torna-se necessário desenvolver mais estudos sobre dietas alimentares para as criações em larga escala, a fim de se obter um bom desenvolvimento dos insetos.

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer a criação de *Gryllus assimilis* em uma dieta específica, considerando suas necessidades nutricionais em relação a seus parâmetros biológicos. Além disso, objetivou-se também correlacionar a influência da dieta utilizada na composição centesimal dos grilos ao fim do processo de desenvolvimento.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os parâmetros biológicos de *Gryllus assimilis* em diferentes dietas alimentares e a composição centesimal de suas respectivas farinhas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência de diferentes dietas nos parâmetros biológicos de *G. assimilis*:
  - Tempo de desenvolvimento da fase jovem;
  - Sobrevivência;
  - Peso de adultos;
  - Fertilidade e viabilidade dos ovos;
  
- Analisar a influência de diferentes dietas na composição centesimal da farinha de *G. assimilis*:
  - Teor de umidade;
  - Teor de cinzas;
  - Teor de proteína bruta;
  - Teor de lipídios totais;
  - Perfil de ácidos graxos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 *Gryllus assimilis*: O grilo preto, suas características e parâmetros biológicos.

O grilo preto (Figura 1), pertence à ordem Orthoptera. O primeiro registro desse inseto, foi na Jamaica, sendo descrita inicialmente como *Acheta assimilis* por Fabricius (1775), mas, em 1838 a espécie foi transferida de gênero, sendo incluída ao gênero *Gryllus*. (CIGLIANO *et al.*, 2022).

**Figura 1:** *Gryllus assimilis* macho (à esquerda) e fêmea (à direita) onde é possível visualizar o ovipositor.



FONTE: PIGATTO, 2022.

Os grilos em sua maioria são onívoros, possuem hábitos noturnos e predisposição ao canibalismo. Porém, não ficam restritos à questão do hábito noturno para a alimentação ou estridular. Comumente são encontrados em diversos tipos de vegetação, em troncos, galhos, fendas no solo ou em paredes, dentre outros (ACKERT & WADLEY, 1921).

Possuem aparelho bucal do tipo mastigador, dois pares de asas, onde o primeiro é do tipo tégmina e o segundo membranosa. Sua coloração varia de um marrom ao preto, bem como o seu tamanho. Tem três pares de pernas, onde os dois primeiros são do tipo ambulatórias, e o último do tipo saltatórias, as antenas são do tipo filiformes e longas (ultrapassam o comprimento do corpo), esses aparelhos sensoriais, permitem que o grilo seja capaz de diferenciar texturas

de objetos externos via tato, facilitando assim a identificação de possíveis estresses (SANTOS *et al.*, 2008).

A reprodução ocorre de forma sexuada, onde o macho se diferencia da fêmea, pelo aparelho reprodutivo destas, o ovipositor. As ninfas são extremamente semelhantes aos indivíduos adultos, seja em relação à cor, corpo e comportamento, a distinção é de forma visual pela falta dos ovipositores nas fêmeas e os pares de asas (GALLO *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2008).

Em criações laboratoriais, o ciclo de vida do grilo, fica em torno de cinco meses desde a eclosão dos ovos, onde três destes se encontram no período juvenil e dois meses como adultos. Os ovos em processo de incubação ficam em média 15 dias para a eclosão (LIMBERGER, 2018). A fase de ninfa (pós eclosão) dura entre cinco e seis semanas, onde nos primeiros 10 (dez) dias de vida, se movimentam pouco, passam por 5 estágios, chamados instares, após os vinte dias de nascimento as ninfas se tornam vorazes e adquirem hábitos gregários, permanecendo assim até chegar à fase adulta (GRODZKI, 1972; GALLO *et al.*, 2002).

### **3.2 Necessidades nutricionais do *Gryllus assimilis*.**

Uma dieta alimentar de que apresenta uma qualidade nutricional é aquela cuja o principal objetivo é a saciedade, ou seja, a eliminação da fome, promovendo a saúde e a nutrição, é uma seleção de ingredientes alimentares, que são ingeridos por um indivíduo, estes são selecionados conforme a necessidade nutricional dos seres vivos (MARCHIONI *et al.*, 2021).

Então para dar-se início a uma criação, conhecimentos de fisiologia e biologia dos animais são um dos pontos iniciais a se analisar, bem como as questões de viabilidade da criação, características organolépticas e a palatabilidade dos mesmos e até mesmo as questões nutricionais. A seleção das espécies a serem reproduzidas deve ser baseada nas características dos mesmos, no teor de proteína, no volume de biomassa, bem como, no custo de produção, ou seja, a alimentação que será fornecida a esses insetos, visto que, isso é um fator limitante para a qualidade nutricional. A tecnologia a ser utilizada deve atender as necessidades de cada espécie, por exemplo, o controle do ciclo de vida, condições ambientais e o manejo reprodutivo da espécie (RUMPOLD e SCHLUTER, 2013).

A composição de uma dieta alimentar dos seres vivos, segue uma recomendação da FAO para a formulação de rações para *Gryllus assimilis* a fim de se ter as criações massais do inseto, onde a base fica com proteínas, lipídeos, minerais, carboidratos (VAN HUIS *et al*, 2013).

### **3.2.1 Ingredientes das dietas**

Para uma dieta completa nutricionalmente, alguns componentes são dados como essenciais, proteínas, lipídeos, carboidratos, minerais. Baseando-se nesse aspecto de composição de uma dieta alimentar dos seres vivos, nos deparamos com uma formulação de ração, para o desenvolvimento de criações massais de *Gryllus assimilis*, a formulação da dieta base da FAO, consiste em farelo de soja, farelo de milho, óleo de milho e minerais (VAN HUIS *et al*, 2013).

Sendo assim, pode-se ter uma formulação onde o foco é a suplementação nutricional ou substituição de componentes proteicos para essa dieta, ou seja, melhorias nas composições das dietas para proporcionar um melhor desenvolvimento às criações, onde, as questões proteicas podem ser melhoradas, sendo assim, pode-se realizar a substituição de alguns componentes com outros com níveis proteicos semelhantes ou maiores que os já pré descritos para a dieta. Então podemos ter dietas com os seguintes componentes: farinha e óleo de milho, farelo de soja, gérmen de trigo, couve, bagaço de malte, amendoim, e minerais.

#### **3.2.1.1 Farinha e óleo de milho**

Um dos cereais que compõem a dieta alimentar do inseto em estudo, o milho (*Zea mays L.*), é considerado mundialmente o terceiro cereal mais importante. É utilizado desde a alimentação humana até a animal sendo fonte de proteínas e calorias. É composto por aproximadamente 60% de amido, 8 % de proteína, 3,7% de óleo, 15% de água, 2% de açúcares, 1,5% de minerais, além de fibras e vitaminas, já em relação aos ácidos graxos, temos a presença dos ácidos oleico e linoleico. Além disso, o milho possui a presença de carotenoides, que são as substâncias responsáveis pela cor, mesmo sendo em menor concentração quando comparados a outros alimentos, deste, se obtém vários derivados, tais como farinha de milho, fubá, amido, óleo entre outros (GIACOMELLI *et al.*, 2012).

Em relação a farinha de milho, estudos de Gutkoski *et al.* (2002) e Giacomelli *et al* (2012) se assemelham quanto à relação da composição centesimal da mesma, onde mostraram que é composta por aproximadamente 9,42% de proteínas, 4,82% de lipídeos, 1,53% de carboidratos e por fim, aproximadamente 1,53% de minerais (cinzas).

O óleo de milho é obtido a partir do processo de prensagem, possui um sabor agradável e adocicado. Este óleo pode ter um papel muito importante na dieta dos seres vivos, visto que, possui uma fácil digestão pelo organismo, sendo uma forma de fornecimento de vitamina E e ácidos graxos essenciais (EMBRAPA, 2004). Aos seres vivos ambos os componentes são fonte de energia, sendo na forma de ácidos graxos voláteis (LAGE,2017).

### **3.2.1.2 Farelo de soja**

O farelo de soja é derivado do processamento dos grãos da soja, sendo resultado da extração do óleo destes grãos e é a fonte proteica mais utilizada em dietas de suínos e aves, a questão da composição química fica em torno de 43,5 a 48,5% de proteína bruta, com um teor de fibras em torno de 5 a 9%, com um extrato etéreo ficando em torno de 1,51 e 1,87, já em relação aos valores minerais, estes se encontram dentro de 5,71 e 5,90% (VAN KEMPEN *et al.*, 2002; KARR-LILIENTHAL *et al.*, 2005; GARCIA, 2020).

### **3.2.1.3 Gérmen de trigo**

O trigo é um dos cereais que pode ser utilizado para a elaboração de vários produtos do ramo alimentício, sendo composto por um pericarpo, endosperma e o gérmen. O gérmen é um constituinte de 2 a 3% do peso do grão, ou seja, onde fica localizado o embrião do mesmo, com os compostos fundamentais para a germinação e a presença de lipídios (SCHEUER, *et al*; 2011).

Conforme estudos, o gérmen de trigo é a parte mais nobre do grão, sendo rico em vitaminas, aminoácidos e ácidos graxos. Possui também um alto teor de proteínas, o qual fica em torno de 31%, umidade de 12%, fibras 13%, cinzas 4% e gorduras 8%. Ainda em análises realizadas, notou-se a presença de alguns componentes benéficos aos animais, tais como, o ômega 6, ômega 9 e ômega 3, os quais auxiliam na proteção ao sistema imunológico e

cardiovascular dos seres vivos (GAIARDO, *et al*; 2016). Já em relação as análises de Gandolfi (2021) a composição química do gérmen de trigo se encontra entre 56% de carboidratos totais, 26% de proteína, 10% de lipídeos, 3% de fibras e 5% de minerais (cinzas).

#### **3.2.1.4 Couve**

É uma hortaliça, originária do Mediterrâneo, pertencente à família das brássicas, assim como, o repolho, a couve-flor, o brócolis, e o rabanete. No Brasil, as cultivares mais comuns de serem produzidas são as de folhas lisas, ou seja, as do grupo manteiga, com folhas tenras, lisas ou pouco onduladas, variando de verde-claras a escuras. É rica em fibras, minerais, tais como manganês, magnésio, potássio, fósforo, cálcio, além de vitaminas do complexo B (B1, B2, B3), vitamina A e vitamina C. Também apresenta um baixo valor calórico, para os insetos, são uma excelente fonte de vitaminas, principalmente a vitamina C e água, sendo um complemento na dieta que lhe é fornecido (EMBRAPA, 2020)

#### **3.2.1.5 Bagaço de malte**

O bagaço de malte é um resíduo resultante do processo inicial de fabricação das indústrias cervejeiras. Esse bagaço é proveniente do processo de obtenção do mosto, fervura do malte moído e dos adjuntos, que após o processo de filtração se obtém efetivamente o bagaço de malte, o qual vem sendo utilizado para a fabricação de ração animal (CORDEIRO *et al*; 2012). É constituído basicamente pela casca da cevada malteada, sendo o principal subproduto das fábricas de cerveja, podendo ser encontrado esse resíduo durante todo o ano, com um baixo custo e grandes quantidades (MUSSATTO; DRAGONE; ROBERTO, 2006).

Segundo estudos realizados por Cordeiro (2011), em uma amostra de bagaço de malte, a composição foi de 75,5% de umidade; 15,5 % de carboidratos; 1,3 % de cinzas; 4% de fibras; 5,4% de proteínas; 2,4% de lipídeos, sendo esses resultados em base seca. Conforme estudo de McCarthy *et al*. (2012) vem sendo utilizado como um dos componentes de algumas rações para animais, por exemplo, para ruminantes, sendo fonte tanto de proteína quanto de fibra, fornece todos os aminoácidos essenciais quando combinado com fontes de nitrogênio, como por exemplo, a ureia.

### 3.2.1.6 Amendoim

O amendoim ocupa a quarta colocação entre as oleaginosas mais cultivadas do mundo. Nos continentes asiático, africano e americano é cultivada em larga escala, para a produção de farelos, óleos, grãos entre outros (FREITAS, 2005). O valor calórico em aproximadamente 100 gramas, varia em torno de 500 a 600 calorias, de acordo com a quantidade de lipídeos encontrados no grão. Já a quantidade de carboidratos fica em torno de 20%, as cinzas 2%, teor de água de 6% e de fibras 8%. O que se destaca nesse cultivo, são as quantidades de proteínas e lipídeos, ficando em torno de 25% e 48%, respectivamente (LOZANO, 2016).

### 3.2.1.7 Minerais

Nas formulações foram utilizadas três fontes de minerais, com o objetivo de realizar uma suplementação mineral as dietas formuladas, dentre essas temos o fosfato bicálcico, o carbonato de cálcio e o sal.

O fosfato bicálcico, é utilizado em formulações de rações como fonte de fósforo aos animais. O fósforo é considerado um nutriente essencial, pois atua na formação das estruturas corpóreas e é utilizado no metabolismo corporal, por esse motivo, que a presença desse mineral é imprescindível, a fim de atender as exigências nutricionais para os animais (DIETERICH *et al.*, 2012).

O carbonato de cálcio, também é utilizado nas formulação, para servir como fonte de cálcio. É considerado também um nutriente essencial, cujo objetivo, é atuar nas funções biológicas dos seres vivos, como a contração muscular, a coagulação sanguínea, suporte das estruturas corporais, mitose, transmissão dos impulsos nervosos (PEREIRA *et al.*, 2009).

O sal comum ou sal de mesa, é uma combinação de NaCl, cloreto de sódio, o seu principal componente (sendo cerca de 99%), ferrocianeto de sódio, iodato de potássio, que é responsável pela presença do iodo no sal, e o alumínio silicato de sódio (para a redução da umidade). Depois de realizar a extração do sal, este passa por vários processos, sendo a lavagem, moagem, centrifugação e por fim, a secagem sob altas temperaturas (MEDEIROS, 2004), esse mineral entra nas formulações com a finalidade de suprir o nitrogênio e se ter maiores níveis de proteína bruta (MOREIRA, *et al.*; 2003).



### 3.3 Uso de *G. assimilis* na alimentação

A falta de regulamentações sobre o uso de insetos como fontes de alimentos nos países ocidentais, vem sendo umas das principais barreiras que essa prática possui, bem como, o desenvolvimento de novos produtos com esses animais. As agências de regulamentação como a *European Food Safety Authority*, *Health Canada*, *Food Standards Australia and New Zealand*, e a *Food and Drug Administration*, elaboraram algumas discussões em relação as regulações e diretrizes que dizem respeito ao uso dos insetos edíveis (SUN-WATERHOUSE *et al.*, 2016).

Na União Europeia, os insetos para o consumo humano são comercializados em pequenas quantidades, mas, sem que estejam processados a fim de servirem como ingredientes. O uso de insetos para a alimentação é tratado pelos regulamentos para os novos alimentos, o *European Novel Food Regulation*, onde os novos alimentos são conhecidos como os que não se tem grandes níveis de consumo pela União Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

Nos Estados Unidos, estes insetos estão incluídos no *Food Drug and Cosmetic Act*, que faz referência à questão de considerar como alimentos se esse for o objetivo, mas, devem ser criados especificamente para o consumo humano, ou seja, seguirem parâmetros de higiene e boas práticas de fabricação, serem saudáveis e limpos, produzidos, embalado, estocado, transportado com qualidades sanitárias e apresentarem o nome científico do inseto comercializado (VAN HUIS, 2016).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, fornece uma lista de matérias primas que podem ser utilizadas para a alimentação animal, ainda não relacionados a nenhuma legislação vigente, no qual, por exemplo, o uso de insetos como o grilo adulto e desidratado, larvas de tenébrio comum e gigante, farinha de mosca soldado negra desidratadas (MAPA, 2018).

Ademais, existem estudos recentes que mostraram resultados positivos com a inclusão de farinha de insetos, principalmente grilos, em produtos à base de cereais, como pães, massas, muffins e biscoitos (PAUTER *et al.*, 2018). No geral, os novos produtos apresentam

propriedades tecnológicas semelhantes às tradicionais e boa aceitação sensorial, mas com a vantagem de serem nutricionalmente mais ricos (DA ROSA MACHADO e THYS, 2019).

Além disso, a fortificação ou suplementação alimentar tem como objetivo adicionar ou acrescentar alguma substância específica à dieta do indivíduo, favorecendo a manutenção ou a recuperação da saúde no intuito de prevenir as carências nutricionais. Desta forma, a suplementação de alimentos contendo farinha de insetos, em especial *Gryllus assimilis* vai ao encontro de estratégias sustentáveis de produção de alimentos e de segurança alimentar e nutricional (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2013; VAN HUIS *et al.*, 2013).

No que diz respeito ao teor de proteínas dos grilos comestíveis, estes variam entre 18,6 a 71,1% do peso seco, este valor sofre variações conforme a espécie do grilo, habitat, dieta e estágio de desenvolvimento. Em comparação com outras fontes de proteínas, os grilos possuem um teor proteico mais elevado do que frangos de corte, cabritos, e até mesmo que a carne de porco, estando ligeiramente mais baixos quando comparados com leite de vaca, ovos e carne bovina, porém, a digestibilidade das proteínas provenientes de grilos, são superiores às de muitas proteínas vegetais, tais como milho, sorgo, arroz e trigo (MAGARA, *et al.*, 2021), o que faz com que seja uma boa fonte proteica e alimentar aos seres humanos e animais.

Além disso, estudos em relação à utilização dos insetos como substitutos para as fontes de proteína vegetal na formulação de rações para a alimentação de animais, realizou-se nestes estudos a determinação da composição nutricional das larvas do *Tenebrio molitor* e do *Gryllus assimilis*, onde nas análises bromatológicas de ambos, apresentaram bons resultados quanto ao teor de energia, de proteína bruta, minerais e extrato etéreos, fazendo com que sejam bons substitutos para a finalidade (FIALHO, 2021).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Criação de *Gryllus assimilis*

A população inicial foi obtida através da compra de matrizes de uma criação comercial, cujo nome é Bicho Brasileiro, destinada à alimentação de animais de zoológicos e pesca, a qual se encontra em funcionamento na cidade de Curitiba, Pr. Estas passaram por período quarentenário, a fim de se evitar contaminações no ambiente. Foram reproduzidas a uma temperatura (T) de  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , com umidade relativa (UR) de  $70 \pm 10\%$ , e fotofase de 12 horas, até a obtenção de população suficiente para realizar os experimentos.

As ninfas de *Gryllus assimilis*, provenientes da criação, foram criadas no laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) campus Laranjeiras do Sul-PR, em sala climatizada conforme as necessidades do animal (T:  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR:  $70 \pm 10\%$ , Fotofase: 12h).

Para a criação, as gaiolas foram confeccionadas utilizando caixas plásticas de 50 L, com a tampa perfurada e recoberta com tecido (tipo voil) (Figura 2), a fim de permitir trocas gasosas. Dentro das caixas foram dispostas caixas de ovos, a fim de aumentar a superfície de contato e permitir abrigo aos insetos. Ninfas e adultos foram alimentados com uma ração formulada proposta pela FAO (VAN HUIS *et al*, 2013) que contém farelo de soja, farelo de milho, óleo de milho e minerais em formato “*ad libitum*”, ou seja, fornecido aos insetos de forma a vontade do consumo.

**Figura 2:** Sala e gaiolas de criação.



FONTE: PIGATTO, 2022.

Nas gaiolas com insetos adultos (Figura 3) foram dispostos algodões umedecidos para oviposição. Posteriormente a oviposição, o algodão contendo os ovos foram retirados e acondicionados em uma nova caixa até a eclosão das ninfas.

**Figura 3:** *Gryllus assimilis* dispostos no interior da gaiola.



FONTE: PIGATTO, 2022.

#### 4.2 Desenvolvimento de *Gryllus assimilis* em diferentes dietas

O ensaio foi conduzido em sala climatizada com os mesmos padrões de criação dos insetos (T:  $28 \pm 2$  °C, UR:  $70 \pm 10\%$ , Fotofase: 12h). Para o ensaio, foram utilizadas 1200 ninfas recém eclodidas, com até 24 horas, provenientes da criação massal e mantidas em gaiolas plásticas de 0,29 m x 0,16 m x 0,10 m (comprimento x largura x altura), numa proporção de 20 ninfas por gaiola. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 6 tratamentos (dietas) e 10 repetições (n=20). A formulação das dietas se deu pelo método de tentativa de substituição de alguns componentes padrões indicados pela FAO para as criações.

A composição das dietas que foram desenvolvidas a partir da tentativa de substituição de alguns componentes da dieta base (FAO), estão demonstradas na tabela abaixo:

**Tabela 1:** Descrição da porcentagem das composições das dietas utilizadas no experimento.

Composição (%)	Dieta FAO/Controle	Dieta Couve	Dieta Sem óleo	Dieta Gérmen de trigo	Dieta Bagaço de Malte	Dieta Amendoim
Farelo de milho	55	49	53	46	26	58
Farelo de soja	35	35	33	-	12	16
Óleo de milho	6	6	-	6	8	-
Sal	1	-	1	1	1	1
Fosfato Bicálcio	2	-	2	2	2	2
Carbonato de Cálcio	1	-	1	1	1	1
Gérmen de trigo	-	-	-	44	-	-
Ácido ascórbico	-	-	3	-	-	-
Couve	-	<i>“ad libitum”</i>	-	-	-	-
Bagaço de malte	-	-	-	-	50	-
Amendoim torrado	-	-	-	-	-	22

Em todas as gaiolas, o fornecimento de água se deu por meio de copos plásticos recortados e recobertos com algodão umedecido. Também, foram dispostos pedaços de bandejas para ovos, com a finalidade de aumentar a superfície interna, servir de abrigo, bem como, reduzir o canibalismo entre indivíduos.

O desenvolvimento da fase jovem, se deu por meio de avaliações diárias, a fim de se verificar a mortalidade dos insetos ali presentes. Quando chegavam ao período de adultos (até 24h após ecdise completa) (Figura 4) os insetos passaram por pesagem, foram separados por sexo, a partir da observação visual do aparelho reprodutor da fêmea, e mantidos sob dieta hídrica por 24 horas, a fim de realizar a limpeza do trato digestivo, para o abate por meio do congelamento.

**Figura 4:** Processo de muda de uma ninfa de *G. assimilis*.



FONTE: PIGATTO, 2022.

#### **4.3 Fecundidade e fertilidade de *Gryllus assimilis* em diferentes dietas**

Este experimento foi conduzido nas mesmas condições e com as mesmas dietas supracitadas. Para avaliação da fecundidade e fertilidade, 200 ninfas recém-eclodidas (com até 24h de vida) foram acondicionadas em caixas plásticas de 50 litros contendo uma das dietas de avaliação, água (fornecida em placas de Petri com algodão umedecido) e caixas de ovos para abrigo. As ninfas foram mantidas nessas condições até atingir a idade adulta.

Quando adultos (até 24h após ecdise), foram montadas gaiolas (Figura 5) plásticas de 0,29m x 0,16m x 0,10m (comprimento x largura x altura), contendo 1 casal por gaiola, onde a separação do sexo se deu por meio da observação visual do aparelho reprodutivo da fêmea (ovipositor). Também foram fornecidos alimento, água e abrigo. Para a coleta dos ovos, foram

distribuídos pedaços de algodão umedecido com água, sendo retirados todos os dias, e substituídos por um algodão novo, para posterior contabilização dos ovos.

**Figura 5:** Gaiolas para avaliação de fecundidade e fertilidade.



FONTE: PIGATTO, 2022.

Diariamente, avaliou-se a mortalidade dos adultos, também foi realizada a coleta do algodão de oviposição e o mesmo foi acondicionado em um recipiente fechado, dispostos na mesma sala, até a eclosão das ninfas. Quando eclodidas, avaliou-se a fecundidade e viabilidade dos ovos por casal, através da contagem de ninfas e ovos inférteis.

#### 4.4 Obtenção das farinhas de *Gryllus assimilis*

Ninfas recém-eclodidas (até 24h) foram criadas conforme as dietas acima supracitadas (FAO/Controle, Couve, Sem óleo de milho, Gérmen de trigo, Bagaço de malte, Amendoim) até a fase adulta. Para a criação as mesmas foram acondicionadas em gaiolas plásticas de 0,29m x 0,16m x 0,10m (comprimento x largura x altura), numa proporção de 20 ninfas por gaiola, totalizando 1200 ninfas. A criação foi mantida nas mesmas condições estabelecidas para a criação (temperatura  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa  $70\pm 10\%$ , fotofase de 12 horas).

Insetos adultos (até 24h) foram mantidos em dieta hídrica por um período de 24 horas, e posteriormente, abatidos por congelamento ( $-80^{\circ}\text{C}$ ). Após o congelamento os mesmos foram liofilizados durante 24h e, em seguida, moídos em moinho analítico para produção de farinha. As amostras foram armazenadas em freezer a  $-80^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.5 Composição da farinha de *Gryllus assimilis*

As análises bromatológicas foram realizadas a partir de amostras em base seca, conforme os métodos a seguir: Teor de umidade foi determinado por meio do método de secagem em estufa à 105 °C, no qual consiste realizar a pesagem das amostras com certa de 2g, que são alocadas em recipientes de porcelana com o peso previamente identificado e tarado, chamados de cadinho até peso constante da amostra. O teor de cinzas por meio da incineração completa em mufla à 550 °C, também com a utilização do recipiente cadinho (pesado e tarado), até as amostras atingirem coloração clara.

Quanto ao teor de proteína bruta por quantificação de nitrogênio total através da digestão onde as amostras são dispostas em tubos de ensaio de vidro, embebidas com ácido sulfúrico concentrado e aquecidas até uma temperatura de 350°C com o uso de um aparelho chamado digestor. A destilação em micro Kjeldahl, é a etapa subsequente do processo, onde consiste em realizar a destilação das amostras, essa solução obtida é alcalinizada com o uso do hidróxido de sódio concentrado e a amônia que é liberada durante o processo de destilação é captada por uma solução de ácido bórico, e essa solução é titulada com um ácido padrão e então feita conversão em proteína total calculada considerando o fator de  $N \times 6,25$  (ZENEBO *et al.*, 2008).

O teor de lipídios totais pelo método de extração à frio, conforme metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959), o qual consiste em dispor as amostras em tubetes com tampa, e acrescentar uma solução de clorofórmio, metanol e água, essa solução disposta em um agitador rotativo por 30 minutos, posteriormente adicionado mais clorofórmio e uma solução de sulfato de sódio, deixando novamente no agitador por 2 minutos. Após esse processo, deixar as amostras decantarem e coletar a parte inferior do recipiente, dispor a amostras para a filtragem e adicionados 5 mL em outro recipiente de vidro, Becker, postos para secar em estufa à 80°C por cerca de 20 minutos. E por fim, o teor de carboidratos totais foi determinado pela diferença entre os demais componentes (umidade, cinzas, proteínas e lipídios).



#### 4.6 Perfil dos ácidos graxos

As amostras foram preparadas por meio da extração dos lipídios à frio (BLIGH e DYER, 1959). Os lipídios obtidos foram esterificados usando o procedimento padrão da IUPAC (1987), usando 1 mL da solução estoque. As soluções contendo os ésteres dos ácidos graxos das amostras foram diluídas com n-hexano sendo injetadas manualmente no cromatógrafo sete repetições de cada tratamento.

Os ácidos graxos nas amostras foram identificados utilizando cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massa, marca Shimadzu, modelo GCMS-QP2010 Ultra, equipado com coluna capilar de sílica fundida NST100 (100% polietilenoglicol entrecruzado) de 30 m com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 0,25  $\mu\text{m}$ . Foi usado hélio como gás de arraste, numa velocidade linear de 43  $\text{cm s}^{-1}$ . As condições de operação foram: injetor no modo Split (1:5) com temperatura de 260  $^{\circ}\text{C}$ ; interface em 260  $^{\circ}\text{C}$ ; temperatura programada da coluna: temperatura inicial 40  $^{\circ}\text{C}$  mantida por 1 min, aquecimento numa taxa de 15  $^{\circ}\text{C min}^{-1}$  até 175  $^{\circ}\text{C}$ , aquecimento numa taxa de 2  $^{\circ}\text{C min}^{-1}$  até 230  $^{\circ}\text{C}$ , aquecimento numa taxa de 10  $^{\circ}\text{C min}^{-1}$  até 260  $^{\circ}\text{C}$ .

O espectrômetro de massa foi ajustado para varredura de 35 a 600 m/z. Foram injetados 2  $\mu\text{L}$  de cada amostra de maneira manual. Os ácidos graxos foram identificados através da comparação do espectro de massa dos ésteres metílicos de cada ácido graxo usando as bibliotecas NIST11 e NIST11s e usando padrão F.A.M.E MIX C4-C24 (18919-1AMP, Supelco).

#### 4.7 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a testes de homocedasticidade para avaliação da normalidade. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados foram representados por meio de tabelas e gráficos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Biologia de *G. assimilis*

As diferentes dietas influenciaram nos parâmetros biológicos de *G. assimilis*, tais como, o tempo de desenvolvimento da fase jovem, a sobrevivência, o peso dos adultos, fertilidade e viabilidade dos ovos. Quanto à duração da fase jovem, podemos destacar a dieta couve, que apresentou uma diferença significativa (Tabela 2) perante as demais, com o menor tempo de desenvolvimento da fase jovem (51 dias). A dieta sem óleo apresentou um maior tempo de desenvolvimento (75 dias).

Em relação a viabilidade das ninfas, as dietas couve e gérmen de trigo, apresentaram os maiores índices, 48,37 e 38,47% respectivamente (Tabela 2). A menor viabilidade foi verificada dieta Sem óleo (14,37%). As dietas couve, gérmen de trigo e bagaço de malte proporcionaram maior peso de adultos (0,72; 0,70 e 0,75g, respectivamente).

**Tabela 2:** Média  $\pm$  EPM do tempo de desenvolvimento da fase jovem (dias), viabilidade da fase jovem e peso de adultos de *Gryllus assimilis* alimentados com diferentes dietas.

Dietas	Duração da fase jovem (dias) <sup>1</sup>	Viabilidade das ninfas (%) <sup>2</sup>	Peso de adultos (g)
FAO/Controle	70,50 $\pm$ 2,04 bc	12,50 $\pm$ 2,92 c	0,50 $\pm$ 0,52 b
Couve	51,40 $\pm$ 1,08 a	48,37 $\pm$ 4,42 a	0,72 $\pm$ 0,24 a
Sem óleo de milho	75,00 $\pm$ 1,03 c	14,18 $\pm$ 3,64 c	0,62 $\pm$ 0,36 ab
Gérmen de trigo	65,40 $\pm$ 2,58 b	38,47 $\pm$ 4,64 a	0,70 $\pm$ 0,33 a
Bagaço de malte	68,50 $\pm$ 2,54 bc	35,18 $\pm$ 3,83 ab	0,75 $\pm$ 0,32 a
Amendoim	66,20 $\pm$ 2,99 b	14,37 $\pm$ 2,91 bc	0,66 $\pm$ 0,32 ab
CV(%)	3,77	32,84	21,37

Média  $\pm$  EPM diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Análise realizada nos dados transformados em  $1/(x^{1/2})$ . <sup>2</sup>Análise realizada nos dados transformados em  $(x+k)^{1/2}$  com  $k=0,1$ . A determinação da viabilidade das ninfas, feito por período de sobrevivência da fase ninfal até a adulta.

O menor tempo de desenvolvimento na dieta suplementada com couve, pode estar relacionado a um efeito da disponibilidade e acesso a água para esses insetos, visto que, todas dietas apresentaram um aporte calórico/proteico semelhante. Além disso, a presença da vitamina C proveniente das folhas de couve pode ter auxiliado para uma melhor conversão

alimentar da dieta. Quanto ao peso dos adultos, essa dieta apresentou semelhança com outras duas, a de gérmen de trigo e bagaço de malte, onde as duas apresentam um alto teor de carboidratos, o que pode ter ocasionado um aumento do peso.

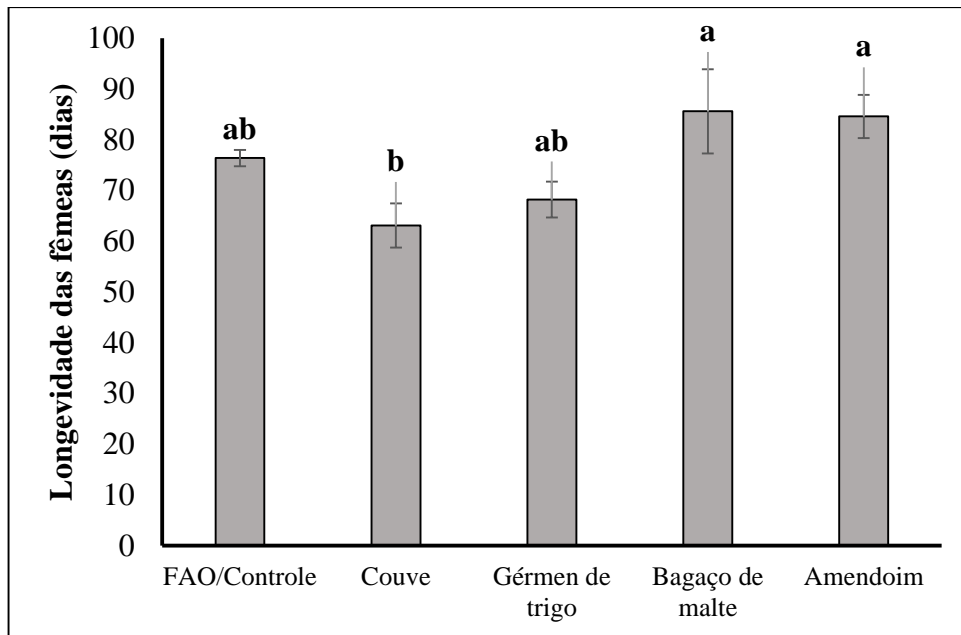
Esses resultados se assemelham, a outros estudos com o uso de três tipos de dietas para o desenvolvimento de *Gryllus assimilis*, onde apresentavam uma dieta à base de ração para frangos com diferentes suplementações sendo: básica (T0), outra com 5% de fermento (T1) seco e outra com 5% fermento e abobrinha ralada (T2), no qual o tratamento com a presença de vegetais, com a presença da abobrinha, a qual também é rica em vitamina C, se destacou apresentando também uma possível melhoria na conversão alimentar e menor índice de mortalidade. Também em relação ao peso dos insetos, se teve um destaque com a suplementação de abobrinha, a qual se destacou apresentando 0,72g (SIERRA *et al.*,2020).

Ambos os resultados podem ter como uma possível explicação, que o aporte nutricional fique mais eficiente com a complementação de vegetais/verduras com teores elevados de água e vitaminas, fazendo com que se consigam uma melhor produção de biomassa, com uma menor quantidade de alimentos ou seja, com o fornecimento de vegetais, a conversão alimentar se torna mais eficiente, fazendo com que se tenha um melhor desenvolvimento. Assim como as análises de Sierra *et al.* (2020) sobre a presença da abobrinha e a possível melhoria na conversão alimentar, pela presença de vegetais na dieta.

Já em relação ao gérmen, o que pode ter corroborado para essa melhora na viabilidade das ninfas, foi uma dieta rica em carboidratos e proteínas, onde segundo Gandolfi (2021) a composição química do gérmen de trigo se encontra entre 56% de carboidratos totais, 26% de proteína, 10% de lipídeos, 3% de fibras e 5% de minerais. Assim como o bagaço de malte, que também é uma dieta rica em carboidratos e proteínas, conforme as análises centesimais de Cordeiro (2011), onde temos 15,5% são carboidratos, já em relação ao teor proteico, este é de 5,4%, além disso, possui 1,3 % de minerais, 4% de fibras, e 2,4% de lipídeos. Portanto, possivelmente, uma dieta mais nutritiva e com maior disponibilidade de carboidratos, pode fazer com que a viabilidade seja maior.

A longevidade das fêmeas foi maior nas dietas bagaço de malte e amendoim, atingindo aproximadamente 90 dias de vida adulta (Figura 6). Em contrapartida, a dieta couve apresentou a menor longevidade de fêmeas, cerca de 60 dias (Figura 6). Outro fator relevante é o de que, não houve insetos adultos suficientes para avaliação da longevidade na dieta sem óleo.

**Figura 6:** Média  $\pm$  EPM da longevidade (dias) de fêmeas de *Gryllus assimilis* alimentados com diferentes dietas.

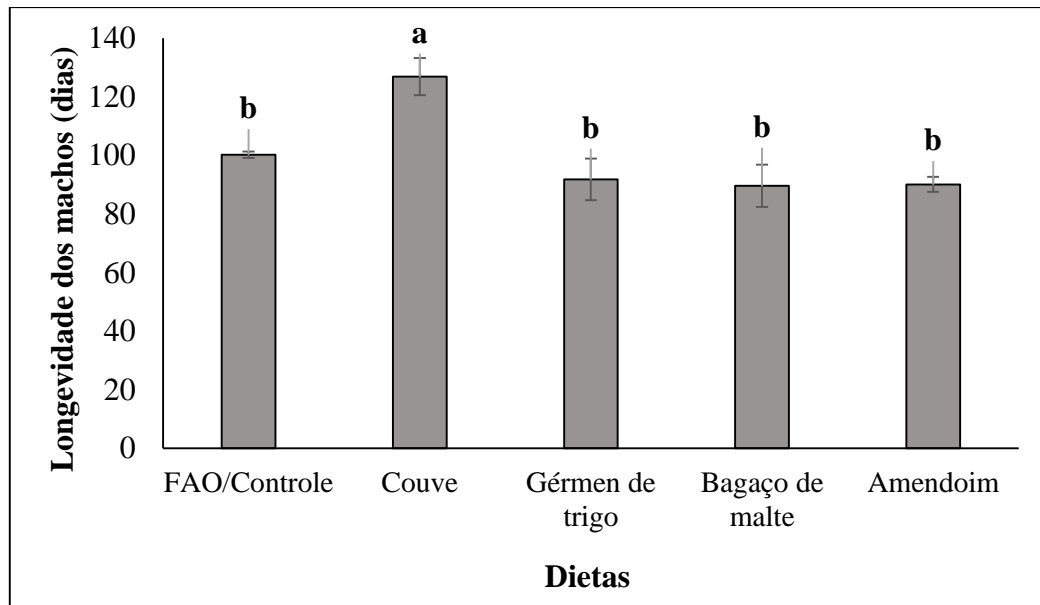


A maior longevidade nas dietas bagaço de malte e amendoim pode ser explicada pelos altos níveis de carboidratos, açúcares e lipídios presentes nestes insumos, os quais podem ter contribuído na longevidade destas fêmeas. Uma hipótese deste resultado é de que, essas dietas ricas em carboidratos e gorduras, como por exemplo, o bagaço de malte que possui em sua composição 15,5% de carboidratos; 5,4% de proteínas; 2,4% de lipídeos (CORDEIRO, 2011), e o amendoim, que tem cerca de 20% de carboidratos, 25% de proteínas e 48% de lipídeos (LOZANO, 2016).

Ambos os nutrientes de suplementação podem ter ajudado nas questões reprodutivas, visto que, para que a reprodução/oviposição ocorra, as fêmeas tem um gasto de energia maior do que o gasto de manutenção do organismo a fim de gerar ovos para aumentar a população. Por isso, possivelmente a dieta complementada com esses ingredientes, pode de certa forma ser corroborado para que a longevidade ficasse maior. Com isso podemos fazer uma correlação de forma mais geral, com os estudos sobre fêmeas de *Aedes aegypti*, que preferem depositar os ovos em um único recipiente, para evitar mais desgaste energético, além do já existente para reprodução (COSTA,2014).

A longevidade dos machos, apresentou uma diferença significativa da dieta couve em relação as demais. Já as outras dietas, não diferiram significativamente entre si (Figura7).

**Figura 7:** Média  $\pm$  EPM da longevidade (dias) de machos de *G. assimilis* alimentados com diferentes dietas.

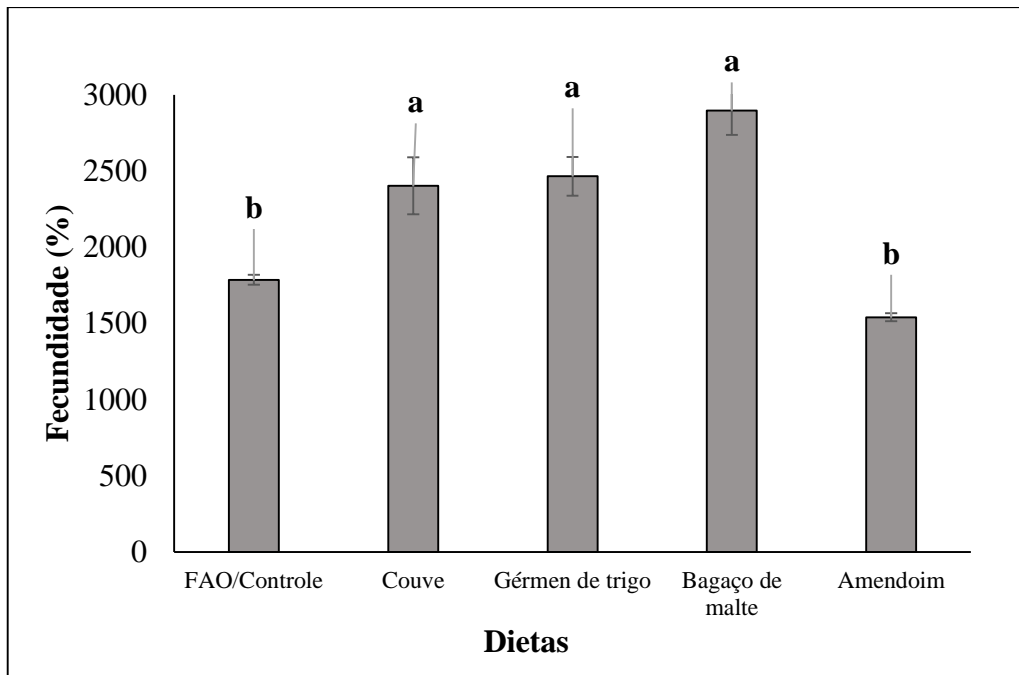


Em relação a longevidade dos machos, a dieta que corroborou para o aumento na longevidade foi a com couve, nesse caso, sem as questões de grande gasto energético com a questão da reprodução, possivelmente a dieta com vegetais frescos facilitou a conversão alimentar, possibilitando uma maior quantidade de tempo de vida.

Resultados esses que se assemelham também as estudo de Sierra *et al.* (2020), onde os grilos alimentados com a suplementação de abobrinha ralada tiveram um tempo de vida maior que, quando comparados aos que foram alimentados com uma dieta base de ração para frangos. Aqui novamente pode-se dizer que o fornecimento de alimentos frescos, possibilitou uma melhor conversão alimentar, fazendo com que a absorção dos demais componentes da dieta sejam melhore aproveitados pelos insetos.

A fecundidade foi maior nas dietas bagaço de malte com 2897 ovos, gérmen de trigo com 2464 ovos e couve com 2403 ovos. Nas dietas FAO/Controle, a fecundidade ficou com aproximadamente 1785 ovos e na dieta amendoim com 1540 ovos (Figura 8).

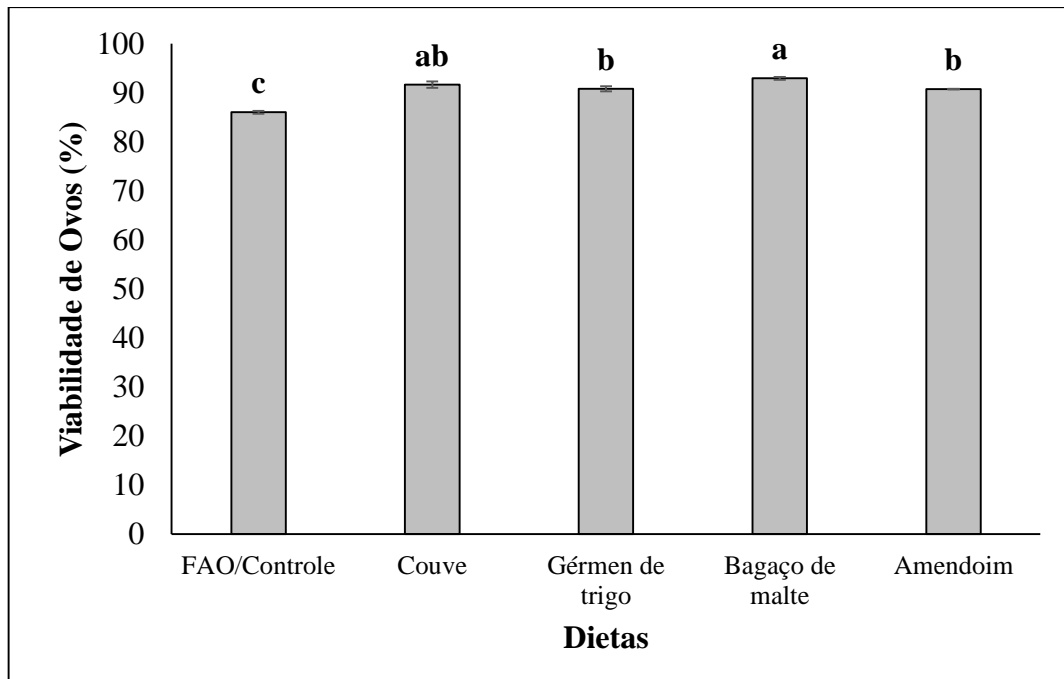
**Figura 8:** Média  $\pm$  EPM da porcentagem fecundidade de *Gryllus assimilis* alimentados com diferentes dietas.



Os insumos bagaço de malte e gérmen de trigo provavelmente permitiram maior fecundidade as fêmeas devido ao seu alto teor de carboidratos, sendo além de uma suplementação proteica, um teor de carboidratos mais alto que o milho, que é presente na dieta base. A suplementação com couve que é rica em vitaminas (A e C), fibras, minerais (EMBRAPA, 2020), possivelmente possibilitou uma melhor assimilação dos outros componentes da dieta, assim como os estudos de Sierra *et al.* (2020) com a abobrinha ralada, que apresentaram melhores resultados, os quais estão acima supracitados, quando alimentados com a suplementação do vegetal. Mas ainda há necessidades de estudos em relação as questões da fecundidade das fêmeas, quando alimentadas com dietas mais ricas nutricionalmente.

Todas as dietas, exceto a sem óleo, apresentaram viabilidade dos ovos superior a 80% (Figura 9). A dieta bagaço de malte foi a que mais se destacou atingindo viabilidade de aproximadamente 93% (Figura 9). A dieta FAO/Controle, embora tenha apresentado viabilidade aproximada de 86%, foi a que obteve menor índice para este parâmetro (Figura 9).

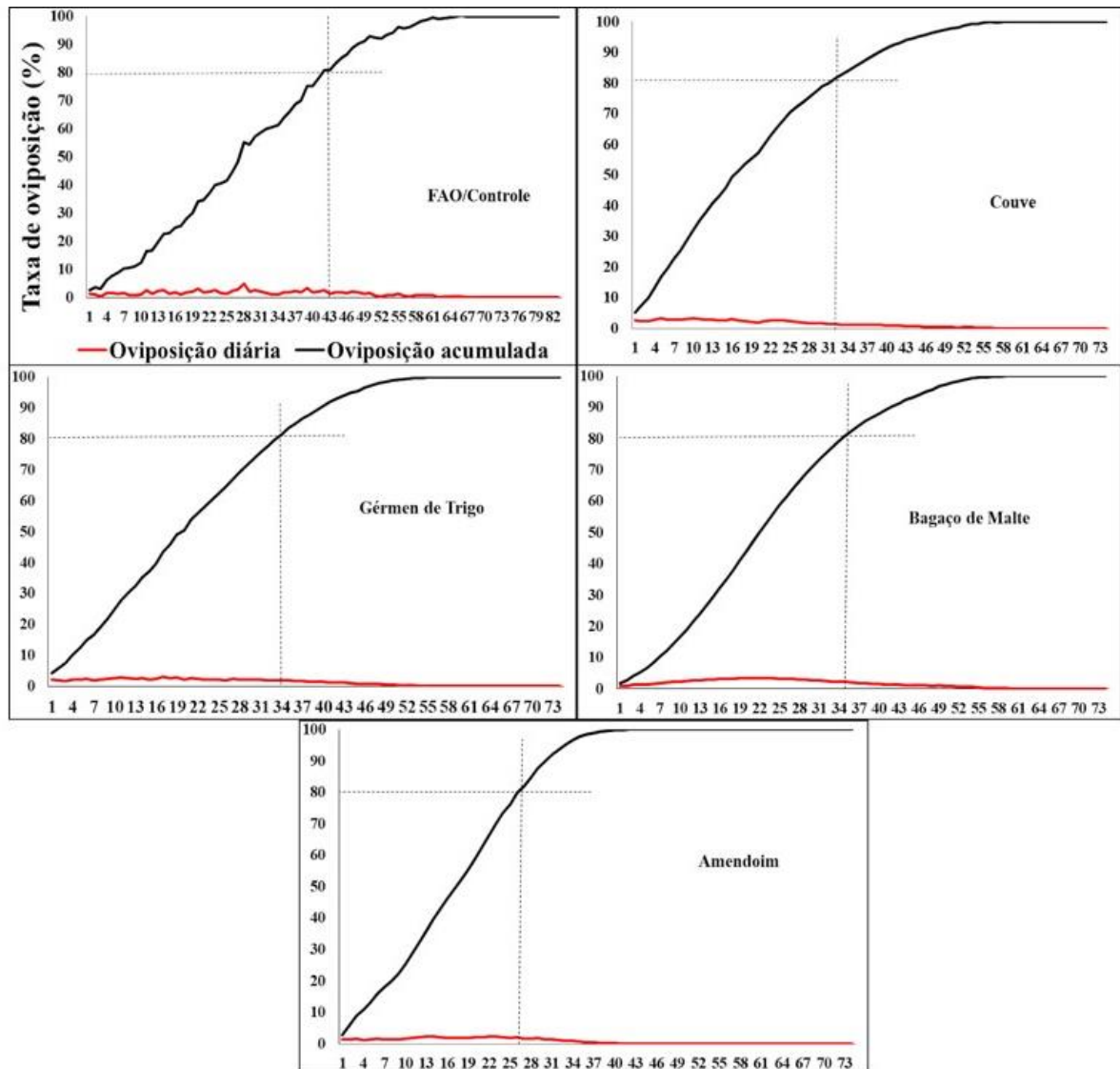
**Figura 9:** Média  $\pm$  EPM da viabilidade (%) dos ovos de *Gryllus assimilis* alimentados com diferentes dietas.



Para criações massais, a viabilidade deve ser superior a 80% (Parra et al., 2002). Diante disso, para este parâmetro, de forma isolada, qualquer uma das dietas poderia ser utilizada em criações em larga escala. No entanto, a fecundidade das dietas FAO/Controle e amendoim foi, em média, 40% menor do que nas dietas couve, bagaço de malte e gérmen de trigo. Diante disso, é necessário considerar que estas últimas são mais eficientes para criações em larga escala.

Ainda, a taxa de oviposição acumulada, atinge 80% da capacidade reprodutiva em menor tempo na dieta amendoim (27 dias), seguida das dietas couve (32 dias), bagaço de malte e gérmen de trigo (34 dias) e FAO/Controle (43 dias) (Figura 10).

**Figura 10:** Taxa de oviposição média de *G. assimilis*, onde temos a oviposição diária e a oviposição acumulada, conforme a dieta que as fêmeas foram submetidas.



Considerando as taxas de fecundidade da dieta amendoim, embora esta tenha atingido oviposição diária mais rapidamente, ela ainda é menos eficiente que as demais. As dietas couve, bagaço de malte e gérmen de trigo, apresentaram melhor correlação/eficiência nos parâmetros fecundidade, viabilidade e oviposição acumulada.

## 5.2 Composição química da farinha do grilo

A composição centesimal das formulações de rações também passou pelas análises bromatológicas, a partir de amostras secas, a fim de se ter uma comprovação das questões nutricionais, hipoteticamente feitas para o desenvolvimento de *G. assimilis*. Abaixo temos a



Tabela 3, com as análises de composição química realizada em cada uma das dietas fornecida aos grilos:

**Tabela 3:** Composição química das dietas fornecidas aos *G. assimilis*.

Dietas*	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína Bruta (%)	Lipídeos totais (%)	Carboidratos totais (%)	Valor calórico Total (Kcal/100g)
FAO/Controle	10,5 ± 0,2 a	6,2 ± 0,4 a	19,3 ± 0,4 a	10,9 ± 0,1 bc	53,0	387,0
Couve	10,5 ± 0,3 a	3,1 ± 0,3 b	19,7 ± 0,7 a	10,3 ± 0,3 c	56,1	395,8
Sem óleo de milho	10,6 ± 0,3 a	5,8 ± 0,5 a	19,4 ± 0,4 a	4,41 ± 0,7 d	59,5	355,5
Gérmen de trigo	10,7 ± 0,1 a	6 ± 0,3 a	13,3 ± 0,1 c	11,3 ± 0,3 b	58,6	389,5
Bagaço de malte	8,0 ± 0,2 c	6,7 ± 0,2 a	15,9 ± 0,5 b	13 ± 0,1 a	56,1	405,3
Amendoim	9,2 ± 0,1 b	6 ± 0,1 a	16,7 ± 0,2 b	13,2 ± 0,2 a	54,7	404,5

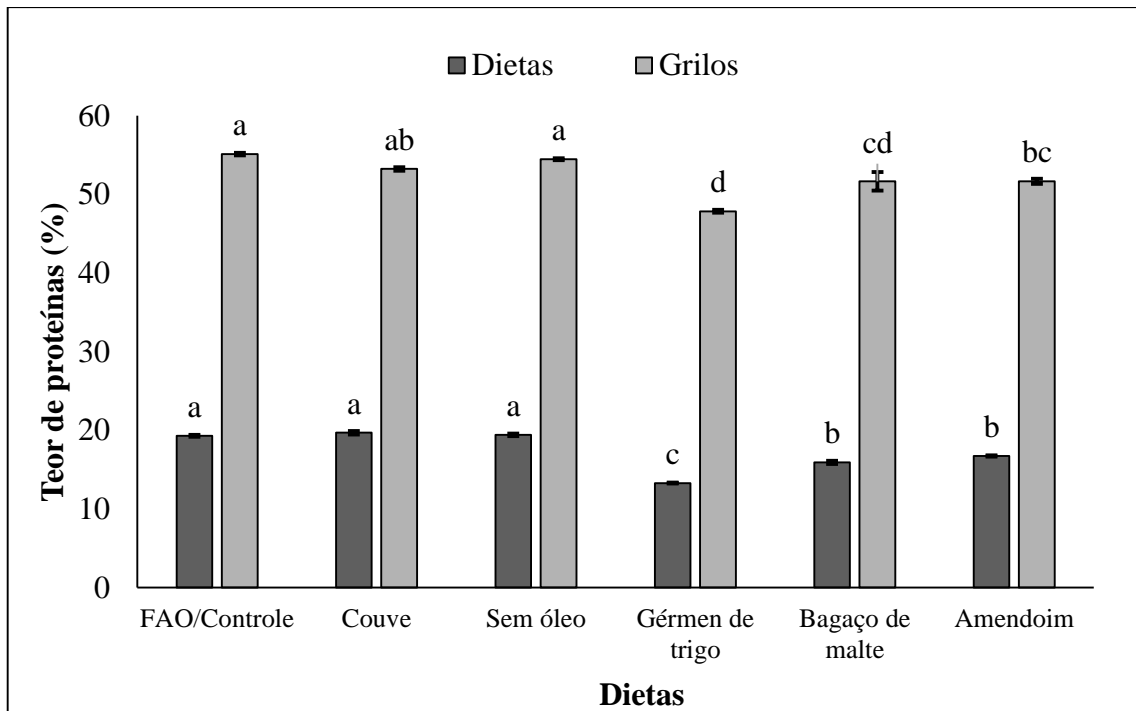
\*Os resultados representam a média de três repetições ± Desvio Padrão, em base úmida.

Como pode-se analisar na Tabela 3, as dietas apresentam uma certa semelhança em relação aos seus componentes. Em relação ao teor de cinzas, ou seja, a quantificação de minerais disponíveis na dieta para os grilos, pode-se verificar que apenas a dieta couve diferiu das demais, visto que, a suplementação mineral foi retirada da formulação e substituída pelos pedaços de couve em “*ad libitum*”. Dessa forma, é possível notar, que a couve não é capaz de disponibilizar a mesma quantidade de minerais que as demais dietas. Já em relação aos carboidratos totais presentes nas dietas, esses ficaram em torno de 56%, onde a maior taxa de carboidratos, se deu na dieta sem óleo de milho, com a finalidade de suprir a carência dos lipídeos presentes nas demais dietas

Baseando-se nesse aspecto de composição das dietas alimentares dos seres vivos, nos deparamos com uma formulação de ração a fim de atender as necessidades básicas dos indivíduos, para o desenvolvimento de criações massais de *Gryllus assimilis*, cujo a recomendação é feita pela FAO, como a dieta alimentar base para a criação do inseto, e tem como finalidade atender à necessidade alimentar para um bom desenvolvimento, consiste em farelo de soja, farelo de milho, óleo de milho e minerais (van HUIS *et al*, 2013). Assim como as dietas descritas na Tabela 3, com as substituições proteicas, minerais, para se realizar comparações e possíveis suplementações para melhor atender as criações massais.

Quanto ao teor de proteínas, pode-se notar (Figura 11), que os teores de proteínas ficaram semelhantes em relação a todas as dietas, ficando entre 10 a 20%, já o padrão proteico encontrado nos grilos, esse apresentou-se de forma elevada para todas, estando acima de 40% de proteínas.

**Figura 11:** Média  $\pm$  EPM da porcentagem dos teores de proteína bruta a partir das análises da composição química de *Gryllus assimilis* alimentados com diferentes dietas.



Em relação aos teores de proteína, é importante realizar uma comparação entre a dieta fornecida e o inseto no fim do processo, as dietas FAO/Controle, couve e sem óleo foram semelhantes entre si no teor proteico, bem como as dietas Bagaço de Malte e Amendoim. A dieta gérmen de trigo, foi a que apresentou menor teor proteico.

O mesmo padrão do teor proteico da dieta foi verificado na composição química dos insetos, sendo as dietas FAO/Controle, couve e sem óleo estatisticamente semelhantes, bem como os tratamentos dieta bagaço de malte e dieta amendoim. A dieta gérmen de trigo se diferenciou dos demais, com menor teor proteico.

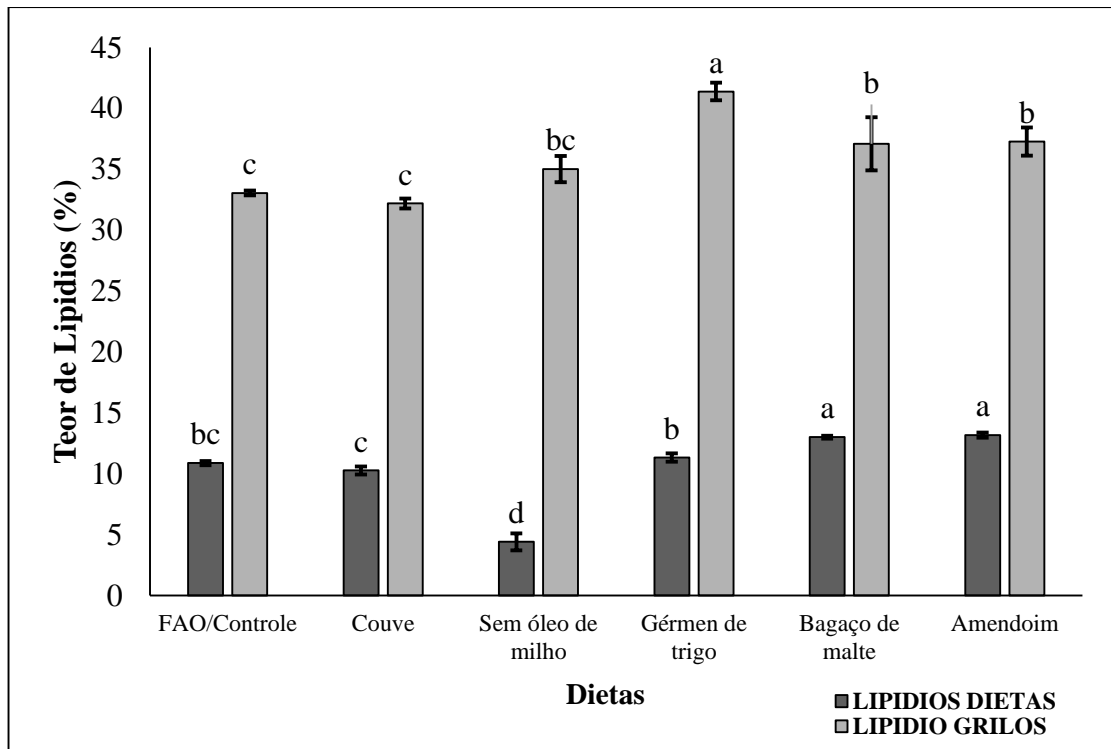
Estudos com *G. assimilis* e seu uso na alimentação animal, demonstram semelhança aos resultados proteicos aqui encontrados, ficando evidente que independente da dieta que estão submetidos, possuem um alto valor proteico, o que os faz com que sejam, ainda mais atrativos para o uso na alimentação, apresentando um teor de proteínas de até 65,52% (SOARES, *et al.*, 2019).

A análise de composição centesimal da farinha de *Gryllus assimilis*, que é comercializada pela empresa Hakkuna, também apresentou um alto teor proteico, em torno de 52,97% (BICALHO, 2022). Sendo assim, é possível notar que todas as dietas presentes neste estudo, FAO/Controle, couve, sem óleo de milho, gérmen de trigo, bagaço de malte e amendoim, fornecidas aos *G. assimilis*, são capazes de se produzir farinhas de *G. assimilis* com

os padrões proteicos superiores aos citados pelas análises de composição centesimal da farinha comercial.

O teor de lipídeos presentes nas dietas ocasionou diferenciações no teor de lipídeos de *G. assimilis*, onde se teve um destaque para a dieta com a suplementação de gérmen de trigo, sendo acima de 40%, e diferindo das demais (Figura 12).

**Figura 12:** Média  $\pm$  EP da comparação dos teores de lipídeos a partir das análises da composição centesimal de *Gryllus assimilis* alimentados com diferentes dietas.



Esses resultados encontrados, se assemelha a estudos realizados sobre a composição centesimal da farinha de *Gryllus assimilis*, onde foram encontrados 38,41% de lipídeos (BICALHO, 2022). Se assemelhando aos resultados encontrados a partir das dietas, porém quando temos a presença de um componente que é rico em lipídeos como o Gérmen de Trigo, tem-se um maior ganho de lipídeos, que se assemelha a qualquer outro animal, onde possivelmente, se tem uma dieta mais rica em lipídeos, o acúmulo lipídico também será maior.

Também estudos sobre a composição nutricional de *G. assimilis* alimentados com milho, trigo, soja e farelo de soja, água, fruta e vegetais frescos, também apresentou 65,52%, 21,80%, 8,6% e 4,08%, de proteína bruta, lipídeos, carboidratos totais e cinzas, respectivamente (ARAÚJO *et al.*, 2019). Com isso podemos inferir novamente, que os grilos alimentados com diferentes fontes alimentícias, possuem em sua composição, um teor médio independente do aporte ingerido, porém, conforme a melhoria na qualidade nutricional fornecida, se tem uma

melhoria na qualidade proteica, fazendo com que a dieta, possa ter uma melhoria na quantidade proteica, lipídica.

Em relação aos ácidos graxos, nota-se a presença dos mesmos em todas as dietas, estando presentes na composição do *G. assimilis*, independente da dieta submetido, abaixo temos a Tabela 4, com os valores dos principais ácidos graxos encontrados.

**Tabela 4:** Perfil de ácidos graxos em grilos dado pela área relativa do éster metílico de cada composto.

	Nome ácido graxo	Dietas					
		FAO/Controle	Couve	Sem óleo	Gérmen de trigo	Bagaço de Malte	Amendoim
1	Ácido mirístico (C14:0)	0,36 ± 0,01	0,37 ± 0,03	0,38 ± 0,01	0,54 ± 0,01	0,51 ± 0,03	0,50 ± 0,01
2	Ácido palmítico (C16:0)	20,58 ± 0,10	31,36 ± 0,38	20,63 ± 0,31	23,75 ± 0,26	25,41 ± 0,42	21,74 ± 0,16
3	Ácido palmitelaídico	0,40 ± 0,04	0,22 ± 0,04	0,31 ± 0,03	0,56 ± 0,02	0,44 ± 0,02	0,60 ± 0,01
4	Ácido palmitoleico (C16:1)	0,98 ± 0,04	0,65 ± 0,06	1,05 ± 0,03	1,33 ± 0,03	0,97 ± 0,05	1,19 ± 0,01
5	Ácido esteárico (C18:0)	6,60 ± 0,06	6,41 ± 0,14	6,98 ± 0,11	4,06 ± 0,04	4,92 ± 0,09	5,39 ± 0,04
6	Ácido oleico (C18:1)	22,80 ± 0,21	22,86 ± 0,28	22,99 ± 0,27	31,00 ± 0,15	26,11 ± 0,29	35,07 ± 0,15
7	Ácido linoleico (C18:2)	47,00 ± 0,33	35,77 ± 0,38	46,28 ± 0,48	37,72 ± 0,10	40,30 ± 0,36	34,70 ± 0,07
8	Ácido linolênico (C18:3)	0,61 ± 0,03	1,04 ± 0,08	0,74 ± 0,03	0,75 ± 0,01	0,99 ± 0,06	0,50 ± 0,02
9	Outros	0,67	1,31	0,64	0,30	0,35	0,31

\*Os resultados são expressos como a média (n = 7) ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade calculado pelo teste *t student*.

Na Tabela 4, estão representados os ácidos graxos, encontrados nas amostras, onde o Ácido mirístico se apresentou em destaque na dieta gérmen de trigo, estando com 0,54%, além deste o ácido palmitoleico teve presente em maior quantidade nesta dieta, já o palmítico, se apresentou em destaque na dieta couve diante das demais, ficando em torno de 31,36%, nesta mesma dieta, outro ácido em evidência perante aos demais foi o linolênico com 1,04%. Já o ácido palmitelaídico esteve em destaque na dieta amendoim onde apresentou 0,60%, seguido pelo ácido oleico com 35,05%. A dieta que não teve nenhum ácido graxo com níveis maiores quando comparadas as demais, foi a Bagaço de Malte, mas, apresentou todos os ácidos anteriormente citados presentes, porém, sem nenhuma quantidade maior que os presentes nas

dietas.

Análises feitas em relação a fortificação de  $\alpha$ - e  $\beta$ -caroteno com a inclusão de cenoura (por 14 a 60 dias de suplementação) na dieta de *G. assimilis*, não resultou na bioacumulação dos carotenoides pelos insetos, porém resultou em alterações no perfil dos ácidos graxos saturados e polinsaturados (KULMA *et. al*, 2021). Desta forma, é possível sugerir que não apenas os componentes principais das dietas, como proteínas, lipídios e carboidratos apresentam influência na composição química dos insetos, mas também os componentes bioativos, como vitaminas, compostos antioxidantes e sais minerais, o que demanda de mais estudos dos efeitos das dietas na qualidade nutricional dos insetos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que ainda existem necessidades de estudos sobre esse inseto edível, pois é algo novo para a sociedade, mas, com os resultados obtidos, pode-se inferir que se tem a possibilidade de se realizar uma suplementação alimentar com o uso de gérmen de trigo e bagaço de malte, sendo duas oportunidades de melhorias para a criação massal do indivíduo.

Nesse aspecto o uso de suplementação com o bagaço de malte, como uma fonte de proteína, carboidratos e energia se torna uma dieta suplementada viável, visto que, este é um resíduo das indústrias cervejeiras, e se tem em abundância durante o processo.

Além de ficar evidente, que o *Gryllus assimilis*, é sim uma fonte de proteína de, sendo uma boa oportunidade de proteína alternativa às outras proteínas animais tradicionais aos seres humanos, como indicam as recomendações da FAO.

## 7 REFERÊNCIAS

ACKERT, J. E. & WADLEY, F. M. (1921) Observations on the distribution and life history of *Cephalobium microbivorum* Cobb and of its host, *Gryllus assimilis* Fabricius. **Transactions of the American Microscopical Society**. 40 (3): 97-115.

ARAUJO, *et al*; **Nutritional composition of insects *Gryllus assimilis* and *Zophobas morio*: Potential foods harvested in Brazil**. Volume 76, March 2019, Pages 22-26. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157518312195>>. Acesso em: 20 ago. 2023

BARENNE, H.; PHIMMASANE, M.; RAJAONARIVO, C. Insect Consumption to Address Undernutrition, a National Survey on the Prevalence of Insect Consumption among Adults and Vendors in Laos. **PLOS ONE**, v. 10, n. 8, p. e0136458, 28 ago. 2015. Disponível em:<<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0136458>>. Acesso em: 05 set. 2023.

BICALHO, A., S., M., **Composição centesimal da farinha de grilo preto (*Gryllus assimilis*) e extração e caracterização de proteínas para a alimentação humana**. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia - MG. 2022

BLIGH, E.G. AND DYER, W. J. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, 1959.

BOLAND, M. J. *et al*. The future supply of animal-derived protein for human consumption. **Trends in Food Science and Technology**, v. 29, n. 1, p. 62–73, 2013.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, Â. A.; GUSMÃO, R. P. CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE ORIUNDO DE CERVEJARIAS. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 20–22, 22 out. 2012. Disponível em:<<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1198/1284>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

COSTA, D. V. *et al*. **Insetos para Alimentação Animal no Brasil: aspectos de produção e regulatórios**. Diego Vicente da Costa, Carolina Vasconcelos, Ana Carolina Andrade Araújo, Ricardo Moreira Calil e Luciana Lacerda Pereira Santos (organizadores). Alexa Cultural: São Paulo, 2021.

CIGLIANO, M. M.; BRAUN, H.; EADES, D. C.; OTTE, D. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. Disponível em :<<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>>. Acesso em: 06 set. 2023.

DA ROSA MACHADO, C.; THYS, R. C. S. **Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads**. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 56, n. March 2019, p. 102180, 2019.

DIETERICH, F. *et al.* Fontes de fósforo em rações orgânicas para alevinose juvenis de tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 417–424, mar. 2012. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/pab/a/k7XZjYVGkrFxcJVtnpyg8C/?lang=pt>>. Acesso em: 10 out. 2023.

DURST, P. *et al.* **Forest insects as food: humans bite back Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development 19-21 February 2008, Chiang Mai, Thailand Edited by**. Disponível em: <<https://www.doc-developpement-durable.org/file/Elevages/Insectes/edible%20forest%20insects.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2023.

EMBRAPA, Óleo de milho, aspectos químicos e nutricionais. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Sete Lagoas, Minas Gerais. 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32333/1/Oleo-milho.pdf>> Acesso em: 18 ago. de 2023.

EMBRAPA, Hortaliça como comprar, conservar e consumir: Couve. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2020. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217024/1/CCCC-23-Couve-2020.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2023.

EUROPEAN COMISSION. *Novel Foods*. 2015

FIALHO, A. T. S. *et al.* Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 2, p. 539–542, mar. 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/HcQYp4KrwJ5rCDtLb4FLWy/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

FREITAS, S. M.; MARTINS, S. S.; NOMI, A. K.; CAMPOS, A. F. **Evolução do mercado brasileiro de amendoim: 1970-2000. O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 389-419, 2005.

GAHUKAR, R. T. Entomophagy and human food security. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 31, n. 03, p. 129–144, 2011.

GAIARDO, *et al.*; **Aproveitamento do subproduto gérmen de trigo no desenvolvimento de produtos alimentícios**. An. Semin. Iniciaç. Cient. Tecnol., Bento Gonçalves, RS, v. 5, nov. 2016. Disponível em: < <https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao/SICT2016/paper/viewFile/212/195>>. Acesso em: 20 mai. 2023



GANDOLFI, C., V., **Análises Físico-químicas de trigo destinado à malteação**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26400/1/analisestrigomalteacao.pdf>>.

Acesso em: 19 ago. 2023.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. **Piracicaba, FEALQ**, (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10), p. 920, 2002.

GARCIA, L. R., **Qualidade Nutricional de Farelos de soja Comerciais Processados no Município de Uberlândia**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Minas Gerais. 2020. Disponível

em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/32034/4/QualidadeNutricionalFarelos.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

GIACOMELLI, D.; *et al.*; Composição nutricional das farinhas de milho e da polenta. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 415-420, julho-setembro. 2012. disponível em: <<http://gcm.gastronomia.ufrj.br/wp-content/uploads/2020/04/Composic%CC%A7a%CC%83o-nutricional-das-farinhas-de-milho.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

GRODZKI, R., M., *Gryllus assimilis*: Danos Causados e Métodos de Combate. Revista Floresta. Universidade Federal do Paraná - UFPR. 1972. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/5754/0>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

GUTKOSKI, L. C. *et al.* Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. B. CEPPA, v. 17, n. 2, p. 153-166, jul./dez. 1999. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view/13787/9273>. Acesso em: 19 ago. 2023.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives. **Blackwell Scientific Publications**, 7th Edition; Method 2.301; Report of IUPAC Working Group WG 2/87; 1987.

KARR-LILIENTHAL, L.K. *et al.* Amino acid, carbohydrate, and fat composition of soybean meals prepared at 55 commercial U.S. soybean-processing plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.6, p.2146-2150, 2005.

KULMA, M. *et al.* Effect of carrot supplementation on nutritional value of insects: a case study with Jamaican field cricket (*Gryllus assimilis*). **Journal of Insects as Food and Feed**, p. 1–10, 13 dez. 2021. Disponível em: <<https://www.wageningenacademic.com/doi/abs/10.3920/JIFF2021.0138>> . Acesso em: 18 ago. 2023.

LAGE, C., F., A. *et al*; Características e processamento do grão de milho e sua utilização no concentrado de bezerros em aleitamento. **Revista eletrônica Nutritime**. Vol. 14, Nº 05. 2017. Disponível em: <<https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-441.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

LIMBERGER, G. M. **Análise morfofisiológica associada à reprodução e envelhecimento de *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775) (Orthoptera: Gryllidae)**. 2018. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas: Fisiologia Animal Comparada) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande, 2018.

LOZANO, M; G., **Amendoim (*Arachis hypogaea* L.): Composição centesimal, ácidos graxos, fatores antinutricionais e minerais em cultivares produzidas no Estado de São Paulo**. Piracicaba, SP. 2016. <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-15082016-125036/publico/marianagoncalves\\_lozano\\_versao\\_revisada.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-15082016-125036/publico/marianagoncalves_lozano_versao_revisada.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2023.

MAGARA, H., J., O. *et al.*; (2021) Edible Crickets (Orthoptera) Around the World: Distribution, Nutritional Value, and Other Benefits—A Review. **Front. Nutr.** 7:537915. doi: 10.3389/fnut.2020.53791. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2020.537915/full>>. Acesso em: 15 mai. 2023.

MAHAN, L.K; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 13° ed. São Paulo, Ed. Elsevier, 2013. 1227p.

MAPA. Matérias-primas aprovadas pelo MAPA para uso na alimentação animal Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumospecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacaoanimal/MatriasprimasaprovadasPortal31.07.2018.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2023.

MARCHIONI, D. M.; CARVALHO, A. M. de; VILLAR, B. S. Dietas sustentáveis e sistemas alimentares: novos desafios da nutrição em saúde pública. **Revista USP**, [S. l.], v. 1, n. 128, p. 61-76, 2021. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.i128p61-76. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/185411>>. Acesso em: 14 set. 2023.

McCARTHY *et al*; **Brewers' spent grain; Bioactivity of phenolic component, its role in animal nutrition and potential for incorporation in functional foods**. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Republic of Ireland. 2012. Disponível em: <10.1017/S0029665112002820>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MEDEIROS, M. A. **Sal de cozinha** - NaCl ou o quê? Quiprocura Química. 2004. Disponível em: <<http://www.salcisne.com.br>>. Acesso em: 15 mai. 2023.

MOREIRA, et al. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte mantidos em pastagem de estrela roxa no final do verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.25, no.1, p.185-191, 2003. Disponível em:<<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2145/1446>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewer has spent grain: generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n. 1, p. 1 - 14, 2006.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, S.M.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, cp. 1; p. 1-16, 2002

PAUTER, P. et al. **Effects of the replacement of wheat flour with cricket powder on the characteristics of muffins**. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, v. 17, n. 3, p. 227–233, 2018.

PEREIRA, G. A. P. et al. Cálcio dietético: estratégias para otimizar o consumo. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 49, n. 2, p. 164–171, abr. 2009. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbr/a/4QNh3RBZgWPWQWsk58KjmdB/>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

RUMPOLD, B. A.; SCHLÜTER, O. K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 57, n. 5, p. 802–823, 2013.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; PIRES, E. M. Pragas do eucalipto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, p. 43-64, 2008.

SIERRA, O. J. A., *et al.* Evaluación de tres tipos de dieta durante la etapa de engorde del grillo común (*Gryllus assimilis* L.). **Revista colombiana de investigaciones Agroindustriales**, v. 7, p. 69-74, 2020. Disponível em: <<https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/2972/3763>>. Acesso em: 29 set. 2023.

SILVA, Joyce Machado. **Farinha de Gryllus Assimilis: Padronização, Caracterização e Aplicação na Produção de Proteases Fúngicas/** Joyce Machado Silva. – Avaré, 2021.

SCHEUER, *et al.* Trigo: Características e utilização na Panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SOARES ARAÚJO, R. R. *et al.* Nutritional composition of insects *Gryllus assimilis* and *Zophobas morio*: Potential foods harvested in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 76, p. 22–26, mar. 2019. Disponível em :<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157518312195?via%3Dihub>> Acesso em: 05 set. 2023.

SUN-WATERHOUSE, Dongxiao et al. Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. **Food Research International**, [s. l.], v. 89, p. 129–151, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.001>. Acesso em: 5 out. 2023.

VAN HUIS, Arnold. **Edible insects are the future?** Proceedings of the Nutrition Society, 75(3), 294-305, 2016. Disponível em: <https://doi.org/doi:10.1017/S0029665116000069>. Acesso em: 7 out. 2023

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

VAN HUIS, A., VAN ITTERBEECK, J., KLUNDER, H. C., Mertens, E., *et al.*, **Edible insects: future prospects for food and feed security**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2013.

VAN KEMPEN, T.A.T.G. *et al.*; Regional and processor variation in the ileal digestible amino acid content of soybean meals measured in growing swine. **Journal of Animal Science**, v.80, n.2, p.429-439, 2002.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.