

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

MILLENA DORNELES PINHEIRO

**DIETAS ALTERNATIVAS À BASE DE SUBPRODUTOS DO ARROZ COMO
OPÇÃO PARA NUTRIÇÃO DE *DROSOPHILA MELANOGASTER***

**Itaqui
2021**

MILLENA DORNELES PINHEIRO

**DIETAS ALTERNATIVAS À BASE DE SUBPRODUTOS DO ARROZ COMO
OPÇÃO PARA A NUTRIÇÃO DE *DROSOPHILA MELANOGASTER***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Nutrição da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Silvana Peterini Boeira

**Itaqui
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

P654 Pinheiro, Millena Dorneles.

Dietas alternativas à base de subprodutos do arroz como opção para a nutrição de *Drosophila melanogaster*.
42 p.

Orientador: Silvana Peterini Boeira
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pampa, Nutrição – Campus Itaqui - RS 2021.

1. *Oryza sativa* 2. Mosca da Fruta. 3. Alimentação alternativa.

MILLENA DORNELES PINHEIRO

**DIETAS ALTERNATIVAS À BASE DE SUBPRODUTOS DO ARROZ COMO
OPÇÃO PARA NUTRIÇÃO DE *DROSOPHILA MELANOGASTER***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Nutrição da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Nutrição.

Trabalho de Conclusão de Curso a ser defendido em: 04/05/2021

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Silvana Peterini Boeira
Orientadora
(UNIPAMPA)

Prof^a. Dr. Tiago André Kaminski
(UNIPAMPA)

M^a. Franciéle Romero Machado
(UNIPAMPA)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora prof^a Dr^a Silvana Peterini Boeira, por acreditar no meu trabalho, validar minhas ideias e me dar as ferramentas e incentivos necessários para desenvolvê-lo da melhor forma possível. Por dar apoio para resolver as intempéries que tivemos ao longo do trabalho e por juntas termos conseguido vencer esses desafios. Expresso aqui, minha admiração como pessoa, professora e orientadora.

À todos os membros do LAFTAMBIO Pampa, que me acolheram desde o momento que ingressei no laboratório, compartilhando conhecimento, oportunizando aprendizados e dando auxílio, suporte e ajuda no decorrer do trabalho.

À minha família que sempre acreditou em mim, nos meus sonhos e no meu potencial. Minha mãe Sandra e meu pai Roberto, que sempre deram o melhor para que eu pudesse atingir meus objetivos, me incentivaram a continuar, me ouviram nos momentos difíceis e sempre foram o colo e o incentivo necessário para eu continuar. O desejo de dar orgulho a vocês me incentiva a ir longe. À minha irmã Bruna, sempre validando minhas conquistas, dando apoio nos momentos difíceis, fazendo com que eu olhasse para o caminho percorrido com admiração e me cobrasse um pouco menos, sempre sendo força, amor e amparo. À minha avó Neli, que esperou ansiosamente pela chegada desse dia e acompanhou todas as etapas da realização desse sonho. E ao meu avô José Carlos e à minha avó Maria Regina, que estiveram ao meu lado no decorrer da realização desse sonho e que hoje olham por mim e se alegram com a realização dele de um lugar melhor.

À minha amiga Lorena, que sempre esteve ao meu lado, ouvindo, incentivando e participando de todas as etapas dessa conquista. E a todos os demais amigos que estiveram presente ao longo da minha graduação e vibraram comigo a cada nova conquista.

E por fim, agradeço à Deus por me oportunizar realizar tudo isso.

RESUMO

Esse trabalho teve por objetivo elaborar dietas alternativas à base de subprodutos do arroz para a nutrição de *Drosophila melanogaster* e verificar a aceitabilidade das dietas pelo modelo experimental. Para identificar a composição nutricional das amostras foram realizadas análises químicas em: farelo de polimento do arroz (FPA); farelo do brunimento do arroz (FBA); farinha de milho grossa (FMG) e farinha de milho média (FMM). A composição da farinha de arroz foi obtida na literatura. As dietas foram desenvolvidas com os ingredientes utilizados na dieta padrão, substituindo farinha de milho grossa e farinha de milho média por farelo do polimento do arroz e farelo do brunimento do arroz na primeira dieta (Dieta FA). Na segunda dieta (Dieta FFA) substituindo farinha de milho grossa e farinha de milho média por farelo do polimento do arroz, farelo do brunimento do arroz e farinha de arroz, buscando equiparar a composição nutricional da dieta padrão. Em laboratório, foi testada a consistência das dietas e o consumo alimentar, para verificar a aceitação das moscas às dietas elaboradas. Nas análises químicas observaram-se valores estatisticamente maiores de cinzas, lipídeos, proteína e fibra alimentar nos farelos de arroz em relação às farinhas de milho. Quanto aos carboidratos, se observou maior quantidade na amostra de farinha de arroz, posteriormente na FMM, FMG, FPA e FBA, respectivamente e o valor calórico de FMG, FMM, FPA e farinha de arroz não diferiu estatisticamente. Analisando o teor de proteína das três dietas, a dieta FFA e a dieta padrão contiveram valores semelhantes e a dieta FA apresentou maior concentração desse macronutriente. A dieta FA e a dieta FFA exibiram maior quantidade de lipídios do que a dieta padrão. Quanto ao teor de carboidrato, tanto a dieta FA quanto a dieta FFA possuíram menor quantidade do que a dieta padrão, mas o valor calórico delas se manteve semelhante. No teste de consumo alimentar, foi analisado o consumo da dieta padrão, da dieta FA e da dieta FFA, não havendo diferença estatística entre as três dietas. Os resultados do presente estudo proveram evidências de que é possível desenvolver dietas à base de subprodutos do arroz para a nutrição de *D. melanogaster*, com qualidade nutricional superior à dieta padrão e que houve aceitação das dietas pelo modelo experimental.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Mosca da fruta. Alimentação alternativa.

ABSTRACT

This objective study is to elaborate alternative diets based on rice by-products for the nutrition of *Drosophila melanogaster* and verify acceptance of diets elaborated by the experimental model. To indentify the chemical composition of the samples chemical analyzes were carried out in: rice polishing bran (RPB), rice burnishing bran (RBB), medium corn flour (MCF) and coarse corn flour (CCF). The composition of rice flour was obtained in the literature. The diets was developed with the ingredients used in standart diet, replacing médium corn flour and coarse corn flour with rice polishing bran and rice brunishing bran in the first diet (RB), in the second diet (RBF) replacing médium corn flour and coarse conr flour with rice polishing bran, rice brunishing bran and rice flour, seeking to equate the nutritional composition of the standard diet. In the laboratory, consistency of the diets and the food consumption was tested, to visualize the acceptance of flies to elaborate diets. In the chemical analyzes was observed statistically higher values of ash, lipids, proteins and dietary fiber in rice bran copared to courn flours. As for carbohydrates, a greater amount was observed in rice flour samples, later in the sample MCF, CCF, RPB and RBB, respectively. The caloric value of MCF, CCF, RPB and rice flour did not differ statistically. Analyzing proteins content of these three diets, the RBF diet and the standard diet contained similar values, the RB diet showed a higher concentration of this macronutrient. The RB diet and RBF diet had a higher amount of lipids than the standard diet. As for the carbohydrate content both the RB diet and RBF diet had a higher amount than the standard diet. Their caloric value remained similar. In the food consumption test, the consumption of the standard diet RB diet and RBF was analyzed, there was no statisticial difference between these three diets. The results of the presente study provided evidence that it is possible to develop diets based on rice by-products for the nutrition of *Drosophila melanogaster*, with nutritional quality higher to the standard diet and there was acceptance of these diets by the experimental model.

Keywords: *Oryza sativa*. Fruit fly. Alternative Feeding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento experimental do estudo.....	19
Figura 2 - Consumo alimentar de <i>Drosophila melanogaster</i> alimentadas com três diferentes dietas (C; FA; FFA).....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo dos ingredientes utilizados na dieta padrão e nas dietas FA e FFA.....	18
Tabela 2 – Composição química e valor calórico das amostras de farinha de milho grossa, farinha de milho média, farelo do brunimento do arroz e farelo do polimento do arroz.....	20
Tabela 3 – Composição química e valor calórico da farinha de arroz.....	21
Tabela 4 – Estimativa da composição nutricional da dieta padrão, da dieta a base de farelo de arroz (FA) e da dieta a base de farelo e farinha de arroz (FFA).....	22
Tabela 5 - Comparação da composição nutricional das dietas testadas (FA e FFA) com a dieta padrão.....	23

LISTA DE SIGLAS

FPA – Farelo de polimento do arroz

FBA – Farelo de brunimento do arroz

FMM – Farinha de milho média

FMG – Farinha de milho grossa

Dieta FA – Dieta farelo de arroz

Dieta FFA – Dieta farelo e farinha de arroz

CHO – Carboidrato

LIP – Lipídio

PTN - Proteína

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Arroz.....	12
2.2 Farinha de arroz	13
2.3 Farelo de arroz	14
2.4 <i>Drosophila melanogaster (D. melanogaster)</i>.....	15
3 METODOLOGIA	16
3.1 Análises químicas.....	16
3.2 Materiais e Condições de Cultura.....	17
3.3 Modelo Experimental	17
3.4 Delineamento experimental	17
3.5 Consumo alimentar.....	19
3.6 Análise estatística.....	19
4 RESULTADOS.....	20
5 DISCUSSÃO	23
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
7 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	31
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Considerado um alimento básico para a população mundial, o arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais consumidos no mundo. É produzido em mais de 100 países e em todos os continentes (SOHAIL *et al*, 2017). O Brasil é um importante contribuinte dessa produção, é responsável por 42% da produção da América Latina e ocupa o 9º lugar na manufatura mundial (EMBRAPA, 2017). Dentro do território brasileiro há um destaque de produção para a região Sul (CONAB, 2018), sendo o Rio Grande do Sul o estado responsável por mais de 75% da manufatura brasileira (IBGE, 2019).

Além de constituir boa parte da alimentação mundial, o arroz possui uma qualidade nutricional de destaque, sendo superior aos demais cereais. Possui uma boa quantidade proteica, que embora apresente menor qualidade em relação à proteína animal, supera a quantidade de proteína encontrada no leite e no iogurte. Além disso, possui cerca de 65% de aminoácidos essenciais, valor muito maior do que o encontrado nos demais cereais (MATSUDA, 2019).

Para que o arroz se torne o grão que chega na mesa do consumidor ele é submetido a diversos processos industriais, onde uma série de produtos e subprodutos são gerados (KAUR *et al.*, 2016), como a farinha e o farelo de arroz, obtidos nos processos de moagem, brunimento e polimento dos grãos. Por ser um alimento com grande escala de produção na região Sul, com foco na Fronteira Oeste do estado, região que ocupa o lugar de maior produtora do Rio Grande do Sul (IRGA, 2020), grande disponibilidade dessa matéria prima é encontrada na região, tornando os produtos e subprodutos do arroz de fácil acesso e com custo acessível, facilitando sua utilização.

Um produto obtido através do processo de beneficiamento do arroz é a farinha de arroz, utilizada para a confecção de bolos, massas, biscoitos, pães, entre outros produtos processados. A farinha é obtida através da moagem dos grãos de arroz, e durante esse processamento algumas características nutricionais, como o teor de amido e proteínas se modificam, fornecendo à farinha maior qualidade nutricional (MATSUDA, T., 2019). É uma boa opção para a elaboração de alimentos alternativos para a população que possui doença celíaca, pois é um alimento isento de glúten (KUPKANCHANAKUL *et al.*, 2019).

O farelo de arroz é produzido sempre que ocorre o processo de brunimento e

polimento dos grãos (PARRADO et al., 2006), cuja produção é de aproximadamente 70 milhões de toneladas ao ano (URAINPONG; ZHAO, 2016) e o destino principal é a ração animal (NETO et al., 2019). Contudo, devido ao farelo de arroz ser rico em lipídios, proteínas, fibras alimentares, vitaminas (SOHAIL et al., 2017) e diversos minerais (GURPREET; SOGI, 2007), sua aplicação pode ser ampliada (OLIVEIRA et al., 2012). O farelo de arroz é composto de 20 a 51% de fibras alimentares, que são importantes nutrientes, pois auxiliam no processo de digestão, absorção e aumento da saciedade, sendo capazes de contribuir na redução dos níveis de doenças coronarianas (ABDUL-HAMID; LUAN, 2000), acidente vascular cerebral, hipertensão arterial e problemas gastrointestinais (SILVA et al., 2019). Além disso, possui diversos componentes bioativos com poder antioxidante, como os tocoferóis, tocotrienóis e o γ oryzanol (SOHAIL et al., 2017), que podem auxiliar na melhora de algumas condições patológicas.

A *Drosophila melanogaster* (*D. melanogaster*) é uma espécie de mosca da fruta amplamente utilizada em estudos experimentais por possuir propriedades neurológicas, fisiológicas e biológicas similares a dos mamíferos (REIS, 2016). É possível que mais da metade dos genes causadores de doenças em humanos estejam presentes de forma semelhante na *D. melanogaster* e que seu genoma possua homologia de 75% a 77% condizente ao genoma humano (JENNINGS, 2011), permitindo que diversos medicamentos e compostos que auxiliam em tratamentos sejam testados primeiramente nesse modelo experimental. Por possuir um ciclo de vida curto, estudos realizados com a mosca possibilitam resultados mais rápidos quando comparada a outros animais de experimentação, como roedores (PANDEY; NICHOLS, 2011), o que fornece vantagens na escolha desse modelo para a realização de pesquisas.

A qualidade da dieta utilizada na nutrição da *D. melanogaster* é fundamental para o desenvolvimento do inseto, otimizar sua taxa de eclosão e garantir longevidade adequada. A ingestão de nutrientes em quantidade e qualidade necessários é imprescindível para garantir condicionamento físico e características da história de vida da mosca (DUXBURY; CHAPMAN, 2019), além de ser fundamental para evitar patologias e disfunções celulares, permitindo que o modelo seja utilizado para experimentos sem interferências (GRANGETEAU et al., 2018).

Os produtos farináceos, como a farinha de milho e de mandioca são amplamente consumidos no Brasil (IBGE, 2002-2003) e constituem uma boa fonte de

nutrientes, como carboidratos. Contudo, esses produtos são altamente suscetíveis a contaminações, como de ácaros (PRADO et al., 2005), animais pertencentes à subclasse acari dos aracnídeos que possuem ação parasitária sobre larvas de *D. melanogaster* (SASSI, 2008). Atualmente a maioria dos estudos realizados com *D. melanogaster* utilizam para a criação da mosca uma dieta padrão à base de farinha de milho (DE PAULA et al, 2016; LEE et al., 2019; DUXBERRY; CHAPMAN, 2019), sendo importante ressaltar que as farinhas que sofrem contaminação por parasitas podem comprometer a reprodução, o desenvolvimento, a sobrevivência e a longevidade das moscas, causando danos aos estudos experimentais.

Devido aos subprodutos do arroz apresentarem uma composição nutricional completa e rica em nutrientes benéficos, possuem custo inferior ao da farinha de milho, sofrerem menor contaminação por ácaros, serem subprodutos gerados sempre que ocorre o processamento do arroz e serem utilizados como ração animal, carecendo de um fim mais nobre, o presente estudo teve como objetivo utilizar o farelo e a farinha de arroz como base para a composição de duas dietas alternativas e buscar identificar a viabilidade dessas dietas para a nutrição de *D. melanogaster*.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arroz

O arroz é uma das produções agrícolas mais importantes do mundo, proporcionando a base da alimentação mundial para metade da população, principalmente para a população sul asiática (FITZGERALD, 2009), tendo apresentado um aumento no consumo de 156 milhões de toneladas para 456 milhões entre o ano de 1960 e o ano de 2010 (IRRI, 2010). Devido a sua grande aceitabilidade e qualidade nutricional, ano após ano seu cultivo cresce, batendo recorde de produção no Brasil a cada nova safra de plantio e colheita (CONAB, 2020).

Esse cereal é uma importante fonte de carboidratos complexos, apresentando 28,1 g desse macronutriente em 100 g de arroz (TACO, 2011). Sendo assim um importante gerador de energia para o organismo. Ainda, o arroz é considerado um alimento hipoalergênico, podendo ser fonte de nutrição para a maioria da população, incluindo crianças de pouca idade. Possui alta digestibilidade, uma vez que o organismo possui enzimas capazes de digerir grande parte dos componentes

encontrados no cereal. Possui poder antioxidante devido aos compostos bioativos presentes na sua composição, auxiliando na desintoxicação do organismo e quando optado por esse cereal na sua forma parabolizada ou integral, possui fibras que auxiliam na melhora da sensação de saciedade e do trânsito intestinal (IRGA, 2020).

Grande parte do consumo do arroz se dá através do grão (SILVA, 2012), que passa por uma série de processamentos para se tornar próprio para o consumo, podendo adquirir três formas distintas devido aos processos aos quais é submetido. Dentre as formas estão O arroz integral, que consiste em grãos que passaram apenas pelo processo de descascamento, preservando grande parte dos nutrientes. O arroz parboilizado, que passa por processamentos onde nutrientes do farelo de arroz passam a fazer parte do grão e o amido se torna resistente à digestão. E o arroz polido ou branco, o arroz mais consumido no mundo, que passa por processo de remoção da casca, germe e camadas externas do cereal (IRGA, 2020; SILVA, 2020).

Durante o processo de beneficiamento dos grãos para obtenção do arroz branco ou polido, há a geração de subprodutos, como o farelo de arroz. Nessa etapa também ocorre o processo de fragmentação de alguns grãos, que por não serem aproveitados na forma de grão inteiro podem ser moídos e originar a farinha de arroz.

2.2 Farinha de arroz

A farinha de arroz é um produto proveniente da moagem dos grãos de arroz, principalmente dos grãos quebrados durante o processo de beneficiamento e que seriam destinados à ração animal (SILVA, 2012). Essa farinha pode ser feita através da moagem de qualquer variedade de grão e o grão do qual ela provém determina a sua coloração (IRGA, 2020).

É um produto que possui propriedades hipoalergênicas, carboidratos de fácil digestão e baixo teor de sódio, sendo utilizada em diversas preparações, como bolos e pães (CAPRILES; ARÊAS, 2011). Por não possuir glúten, proteína formada principalmente por glutenina e gliadina, que se encontra de forma abundante nos grãos de trigo (BIESIEKIERSKI, 2017), a farinha de arroz é uma alternativa de alimentação para indivíduos com doença celíaca, doença onde há sensibilidade ao glúten desencadeado um processo inflamatório no intestino (BASCUNÁN, 2016).

Por fim, a farinha de arroz é importante para a nutrição pois, no processo de moagem do grão, algumas características do arroz são alteradas, rompendo camadas que não seriam rompidas apenas na digestão e tornando grânulos de amido e de

proteína mais disponíveis para absorção quando consumidos na forma de farinha do que na forma de grãos de arroz (MATDUSA, 2019).

2.3 Farelo de arroz

O farelo de arroz é gerado no processo de beneficiamento do grão de arroz, através dos processos de brunimento e, posteriormente, polimento do grão. O farelo é composto por pericarpo, tegumento, camada de aleurona e parte do endosperma do grão (SILVA, 2012). Devido a sua produção ter aumentado nos últimos anos, concomitante ao aumento da produção de arroz, ser um produto de baixo custo, ser rico em nutrientes, apresentar poder antioxidante e auxiliar na melhora de algumas patologias metabólicas, esse subproduto passou a angariar interesse de pesquisadores (SOHAIL et al., 2017).

Em razão das variações no processo de cultivo, solo, região e tratamento do grão, algumas características do farelo podem ser alteradas, mas de forma geral esse subproduto é rico em lipídios, fibras, vitaminas e minerais (PESTANA, 2008). Além disso, o farelo de arroz possui tocoferóis, tocotrienóis e γ -oryzanol (SOHAIL *et al*, 2017), compostos bioativos com ações benéficas ao organismo.

O γ -oryzanol e os tocotrienóis são compostos bioativos encontrados no farelo de arroz que apresentam ação como substâncias hipolipidêmicas, reduzindo os níveis de concentração da lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) (XU; GODBER, 2001), que, quando presente em altas quantidades no organismo auxilia no desenvolvimento de hipercolesterolemia (XAVIER, 2013). Esses compostos bioativos exercem ação benéfica quando utilizados como adjuvantes no tratamento de dislipidemias (XU; GODBER, 2001). Além disso, outro fator benéfico encontrado nos constituintes bioativos deste subproduto é a capacidade antioxidante, observada como um possível contribuinte no tratamento do câncer, uma vez que auxilia no controle das espécies reativas de oxigênio que, quando em excesso, participam do processo de desenvolvimento tumoral (REVILLA et al., 2013; KONG et al., 2009). Podemos citar também, que o farelo de arroz possui propriedades capazes de auxiliar no controle das alterações metabólicas características do diabetes mellitus (KAHN et al., 2001; OHARA et al., 2009; SON et al., 2011). Seus compostos bioativos, tanto em condições normais quanto em condições glucotóxicas, situações onde a hiperglicemia constante causa defeitos na secreção de insulina (CABANELAS et al., 2009), são capazes de aumentar a expressão de genes associados às células β pancreáticas,

responsáveis pela secreção de insulina, aumentando a liberação de insulina estimulada por glicose (SAJI et al., 2020). Além disso, estudos comprovaram que o consumo de farelo de arroz exerce ações benéficas na microbiota intestinal, auxiliando na prevenção do câncer colorretal, inibindo a obesidade, diminuindo a resistência à insulina e promovendo o crescimento probiótico, sendo capaz de melhorar distúrbios metabólicos e reduzir a inflamação (BROWN et al., 2017; SI, 2018).

2.4 *Drosophila melanogaster* (*D. melanogaster*)

Conhecida popularmente como mosca da fruta, a *Drosophila melanogaster* é um organismo vivo usado como modelo para estudos experimentais desde o século XX. Inicialmente, era utilizada para estudos sobre genética, porém com os avanços nas descobertas sobre o organismo da mosca, sua utilização passou a abranger estudos sobre bioquímica, fisiologia e biologia celular (HALES, 2015). Muitas evidências encontradas em estudos com *D. melanogaster* forneceram importantes descobertas sobre várias doenças em humanos (HALES, 2015). Nas últimas décadas, a mosca se estabeleceu como modelo de pesquisa sobre alimentos e nutrição (STAATS, 2018).

Embora de forma simplificada, esse modelo experimental possui sistemas semelhantes ao dos mamíferos, possuindo funções parecidas com órgãos humanos, como rim, coração, fígado, pulmão e gônadas e seu sistema nervoso é dividido em central e periférico. Em seu organismo, há produção de hormônios sexuais, gastrintestinais e substâncias semelhantes a insulina, secretada pelo pâncreas nos mamíferos (STAATS, 2018). Ainda, a *D. melanogaster* possui intestino similar ao dos mamíferos em estrutura, fisiologia e tecidos (STAATS, 2018). O tubo intestinal que atravessa o corpo do inseto realiza movimentos peristálticos controlados pelo sistema nervoso central (LEMAITRE, 2013) e é responsável pela digestão e pela absorção de nutrientes (STAATS, 2018).

A *D. melanogaster* vem sendo alimentada com dietas artificiais a mais de 100 anos, permitindo que o inseto seja criado em laboratório, reproduzido e utilizado para estudos (PIPER, 2017). Como na natureza a reprodução da mosca se dá principalmente através da alimentação com frutos podres, descobriu-se que uma dieta a base de fermento e açúcar seria funcional para manter a vida e reprodução do inseto, entretanto, dietas com variedade de outros ingredientes foram desenvolvidas para apoiar o desenvolvimento e a reprodução da mosca (PIPER; PARTRIGDE,

2007). Sabe-se que para a nutrição da mosca, uma mistura de carboidratos, aminoácidos, esterol e vitaminas do complexo B seriam os nutrientes ideais (PIPER, 2014). Ainda, sabe-se que as moscas adultas são capazes de extrair energia de várias fontes diferentes de carboidratos, como frutose, galactose, sacarose maltose, rafinose e outras (PIPER, 2017), tornando possível a utilização de diferentes fontes de carboidratos na hora de elaborar sua dieta.

Nos animais, uma dieta de qualidade ofertada em quantidade suficiente e com aporte nutricional adequado é fundamental para garantir melhor viabilidade celular e evitar patologias (GRANGETEAU, 2018) Diferente de outros animais, os insetos necessitam realizas a ingestão de esteróis através da dieta, pois necessitam desse nutriente para seu crescimento (GRANGETEAU, 2018), fazendo com que sua dieta tenha de ser completa e com a oferta desses nutrientes. Outro fator que faz com que a dieta da *D. melanogaster* necessite ser de boa qualidade se dá na hora de escolher os parceiros e dar início a reprodução, as moscas buscam parceiros que tenham características desejáveis para dar origem a uma prole mais resistente (PRAKASH; MONTEIRO, 2016). Essas características, que compõem os traços sexuais do inseto, estão diretamente relacionadas a uma boa alimentação, uma vez que a sinalização de insulina é responsável por controlar o crescimento dos insetos (BROGIOLO, 2001).

3 METODOLOGIA

Essa é uma pesquisa em andamento que servirá como base para uma futura dissertação; deriva do projeto denominado “Avaliação da utilização de dieta elaborada à base de farelo de arroz sobre parâmetros comportamentais e bioquímicos de *Drosophila melanogaster*”, cadastrado no Sistema de Informação de Projeto de Pesquisa, Ensino e Extensão (SIPPEE) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) com o nº 20191218174713.

3.1 Análises químicas

Para obter a composição química do farelo de brunimento (FBA) e polimento do arroz (FPA), da farinha de milho grossa (FMG) e média (FMM), a fim de elaborar as dietas alternativas à base de subprodutos de arroz em substituição à farinha de milho, foram determinados os teores de umidade, cinzas, proteína bruta e fibra alimentar conforme os métodos analíticos propostos pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000). O teor de lipídeos foi quantificado a partir do

método descrito por Bligh e Dyer (1959). A quantidade de carboidratos foi estimada pela diferença de 100 menos os parâmetros citados anteriormente e o valor calórico calculado de acordo com a RDC nº 360 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2003), considerando os fatores de conversão de 4 kcal/g para carboidratos e proteínas, e de 9 kcal/g para lipídios. Para descobrir a composição química da farinha de arroz os dados de composição da farinha foram retirados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

3.2 Materiais e Condições de Cultura

O farelo de arroz foi ofertado por uma empresa de beneficiamento de arroz localizada no município de Itaqui, RS. A farinha de farelo do brunimento foi a primeira a ser obtida, através do equipamento de brunição, enquanto o farelo do polimento foi proveniente dos equipamentos que fazem o polimento à água. A farinha de arroz foi adquirida a granel na loja Extrato da Terra localizada no município de Itaqui, RS. Os demais ingredientes utilizados para elaboração das dietas (leite em pó, gérmen de trigo, sal e açúcar) foram adquiridos no mercado local (Itaqui, RS).

3.3 Modelo Experimental

As *Drosophila melanogaster* utilizadas foram do tipo selvagem (estirpe Harwich), obtidas do Centro Nacional de espécies, Bowling Green, Ohio, EUA. As moscas eclodidas foram mantidas durante cerca de 3- 4 dias numa incubadora com temperatura controlada de 25 °C e 30-50% de umidade sob um ciclo luz/escuro de 12 horas alimentadas com dieta padrão (76,59% de farinha de milho, 7,23% de açúcar, 7,23% de leite em pó, 8,51% de gérmen de trigo, 0,43% de sal e 0,08% nipagin), diluídas em 150 mL de água destilada e levadas ao micro-ondas em intervalos de 40 segundos até levantar fervura.

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental do estudo encontra-se expresso na Figura 1, apresentando todos os passos da elaboração do trabalho.

As dietas foram calculadas com base nos valores encontrados na análise química dos subprodutos do arroz e com base na composição nutricional dos ingredientes utilizados na dieta padrão, composta por farinha de milho média, farinha de milho grossa, açúcar, leite em pó, gérmen de trigo, sal e o antifúngico Nipagin. Essa dieta

foi utilizada para alimentação do grupo controle. Para a elaboração da primeira dieta (FA), os ingredientes da dieta padrão foram mantidos havendo a substituição da farinha de milho média (FMM) e grossa (FMG) por farelo do polimento (FPA) e farelo do brunimento (FBA) do arroz. Para a elaboração da segunda dieta (FFA), os ingredientes da dieta padrão foram mantidos havendo substituição da farinha de milho média e da farinha de milho grossa por farelo do brunimento do arroz (FBA), farelo do polimento do arroz (FPA) e farinha de arroz, em proporções diferentes da dieta FA. Os cálculos foram efetuados buscando encontrar, com as novas dietas, valores nutricionais semelhantes aos descritos para a dieta padrão que consta na literatura. Resultados expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Quantitativo dos ingredientes utilizados na dieta padrão e nas dietas FA e FFA.

Ingredientes	Dietas					
	Padrão		FA		FFA	
	g	%	g	%	g	%
Farinha de milho média	425,50	42,55	-	-	-	-
Farinha de milho grossa	340,40	34,04	-	-	-	-
Farinha de arroz	-	-	-	-	400,00	40,00
Farelo do brunimento do arroz	-	-	255,00	25,50	145,00	14,50
Farelo do polimento do arroz	-	-	490,00	49,00	200,00	20,00
Açúcar	72,30	7,30	80,00	8,00	80,00	8,00
Leite em pó	72,30	7,30	80,00	8,00	80,00	8,00
Gérmen de trigo	85,10	8,50	90,00	9,00	90,00	9,00
Sal	4,30	0,43	5,00	0,50	5,00	0,50
Nipagin	0,80	0,08	0,80	0,08	0,80	0,08

Dieta padrão (a base de farinha de milho média e farinha de milho grossa), Dieta FA (a base de farelo do arroz), Dieta FFA (a base de farelo e farinha de arroz).

Para a preparação do alimento que foi utilizado para a nutrição das moscas, 50 mL da mistura foram diluídos em 150 mL de água destilada e preparado através do uso do micro-ondas em intervalos de 40 segundos até levantar fervura, adquirindo o ponto ideal para ser utilizado para a nutrição da *D.melanogaster*. Após atingir o ponto de cozimento, cerca de 20 g de dieta foram inseridas em frascos independentes e foi esperado o resfriamento do alimento para que a dieta se tornasse pronta para o consumo e as moscas pudessem ser inseridas nos frascos.

3.5 Consumo alimentar

A análise de ingestão alimentar foi feita de acordo com a metodologia estabelecida por Sun et al. (2013), com adaptações de Meichtry et al. (2020). Moscas de 1 a 7 dias foram usadas para a análise. Aproximadamente cinco moscas por grupo foram colocadas em uma dieta contendo 0,5% de corante azul (FD & C Blue Dye n. 1) adicionado ao seu respectivo grupo de tratamento (FA, FFA e C). As moscas foram expostas ao alimento por 30 min, depois disso foram transferidas para tubos Eppendorf e anestesiadas com temperatura inferior a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Os corpos foram homogeneizados em 200 mL de água destilada e, em seguida, foi feita centrifugação a 12.000 g por 2 min. A absorvância do sobrenadante foi medido a 625 nm usando um espectrofotômetro. Um total de 15 moscas foram usadas por grupo, totalizando três experimentos independentes.

PINHEIRO, M. D. / Universidade Federal do Pampa

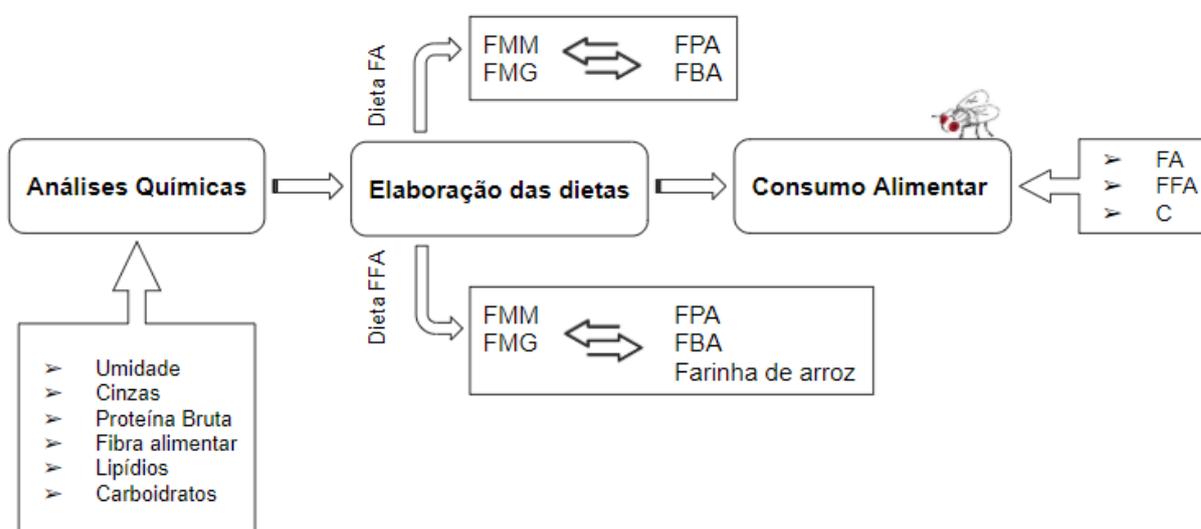


Fig. 1. Delineamento experimental do estudo. FMM (farinha de milho média), FMG (farinha de milho grossa), FPA (farelo do polimento do arroz), FBA (farelo do brunimento do arroz), FA (dieta a base de farinha de arroz), FFA (dieta a base de farelo e farinha de arroz), C (grupo controle).

3.6 Análise estatística

Dados homogêneos e com normalidade foram analisados por análise de variância unilateral (ANOVA), seguida pelo teste post hoc de Tukey. A análise de consumo alimentar foi elaborada no software GraphPad Prism versão 8 (San Diego CA, USA). Foram consideradas significativas as diferenças entre os grupos quando $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Os resultados de composição química dos farelos e farinhas, expressos na Tabela 2, demonstram diferenças entre as matérias primas predominantes nas dietas. As amostras de FMG e FMM apresentaram teores de umidade e carboidratos significativamente maiores aos farelos. Entre elas, apresentaram diferença estatística apenas no teor de proteína, tendo valores semelhantes nos demais parâmetros analisados. Quanto aos demais componentes (cinzas, lipídeos, proteínas e fibra alimentar), os farelos de arroz tiveram valores superiores aos encontrados nas farinhas de milho. Entre os farelos de arroz, o FBA apresentou maiores teores de cinzas, lipídeos e fibra alimentar que o FPA, que por sua vez, teve maior teor de carboidratos e, conseqüentemente, maior valor calórico. Essas constatações estão relacionadas às etapas em que cada farelo foi obtido durante o beneficiamento do arroz. Na etapa de brunimento, o farelo corresponde às camadas mais externas dos grãos, enquanto que no polimento, o farelo produzido representa às camadas mais próximas do endosperma amiláceo do grão.

Tabela 2. Composição química e valor calórico das amostras de farinha de milho grossa, farinha de milho média, farelo do brunimento do arroz e farelo do polimento do arroz.

Componente (%)	FMG	FMM	FBA	FPA
Umidade	12,66 ± 0,07 a	12,78 ± 0,02 a	9,79 ± 0,07 c	9,99 ± 0,08 b
Cinzas	0,44 ± 0,06 c	0,50 ± 0,02 c	9,74 ± 0,16 a	7,87 ± 0,07 b
Lipídios	2,80 ± 0,07 c	2,66 ± 0,03 c	16,19 ± 0,54 a	14,32 ± 0,58 b
Proteína	8,82 ± 0,21 b	7,58 ± 0,62 c	14,69 ± 0,62 a	15,55 ± 0,19 a
Fibra alimentar	7,29 ± 0,76 c	7,39 ± 0,18 c	35,74 ± 1,06 a	17,03 ± 1,09 b
Carboidratos digeríveis	67,99 ± 0,73 a	69,08 ± 0,66 a	13,85 ± 1,28 c	35,24 ± 0,69 b
Valor calórico (Kcal/100 g)	332,43 ± 2,73 a	330,61 ± 0,79 a	259,85 ± 5,87 b	332,02 ± 7,28 a

Valores expressos como média ± desvio padrão, quando seguidos por letras distintas indicam diferença estatística significativa nas linhas em nível 5% pelo teste Tukey, a (maior resultado), b (segundo maior resultado), c (menor resultado).

FMG (farinha de milho grossa), FMM (farinha de milho média), FB (farelo do brunimento do arroz) e FPA (farelo do polimento do arroz). Valores referentes a 100 g.

A análise química da farinha de arroz foi retirada da Tabela Brasileira de

Composição dos Alimentos (TACO) e os resultados estão expressos na Tabela 3. Quando comparado esses resultados com as análises químicas obtidas em laboratório é possível observar que ao que se refere à proteína alimentar, a farinha de arroz apresenta menor quantidade em relação as amostras FMG, FMM, FBA e FPA. O teor de umidade é semelhante ao encontrado na amostra FMG e FMM e superior ao teor de umidade das amostras FBA e FPA. O teor de lipídios encontrado na farinha de arroz é significativamente inferior a quantidade presente em todas as outras amostras, resultado semelhante ao encontrado para fibras alimentares. Quanto às cinzas, é possível observar semelhança com a quantidade presente nas duas amostras de farinha de milho. Quando comparado com as duas amostras de farelo de arroz (FBA e FPA) o teor de cinzas presente na farinha de arroz foi mais de 40 vezes inferior. No que se refere aos carboidratos digeríveis, a amostra de farinha de arroz possui cerca de 17 g a mais do que as amostras FMM e FMG, cerca de 78 g a mais do que a amostra FBA e 50 g a mais que a amostra FPA, apresentando maior teor de carboidrato do que todas as amostras analisadas. Por fim, o valor calórico da amostra de farinha de arroz é semelhante ao valor calórico das amostras FMG, FMM e FPA.

Tabela 3. Composição química e valor calórico da farinha de arroz.

Alimento	Umidade	Energia		Proteína	Lipídios	Carboi dratos	Fibra alimentar	Cinzas
	(%)	(kcal)	(kj)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
Farinha de arroz	12,7	363	1519	1,3	0,3	85,5	0,6	0,2

Fonte: Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO), 2011. Valores referentes a 100 g.

A partir das proporções e da composição química dos ingredientes (Tabelas 1, 2 e 3), estabeleceu-se a composição nutricional das três dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativa da composição nutricional da dieta padrão, da dieta a base de farelo de arroz (FA) e da dieta a base de farelo e farinha de arroz (FFA).

Dieta	(g)	(%)	PTN	LIP	CHO	Kcal
Dieta Padrão						
<i>Ingredientes</i>						
Farinha de milho média	425,50	42,55	32,25	11,32	293,94	1406,56
Farinha de milho grossa	340,40	34,04	30,02	9,53	231,44	1131,61
Açúcar	72,30	7,30	-	-	72,30	289,20

Leite em pó	72,30	7,30	18,35	19,47	27,81	359,83
Gérmen de trigo	85,10	8,50	15,32	5,11	49,35	304,65
Sal	4,30	0,43	-	-	-	-
Nipagin	0,80	0,08	-	-	-	-
TOTAL	1000	100	95,94	45,43	674,84	3491,99

Dieta FA*Ingredientes*

Farelo do brunimento do arroz	255,00	25,50	37,46	41,28	35,32	662,64
Farelo do polimento do arroz	490,00	49,00	76,19	70,17	172,68	1626,99
Açúcar	80,00	8,00	-	-	80,00	320,00
Leite em pó	80,00	8,00	20,31	21,54	30,77	398,16
Gérmen de trigo	90,00	9,00	16,20	5,40	52,20	322,20
Sal	5,00	0,50	-	-	-	-
Nipagin	0,80	0,08	-	-	-	-
TOTAL	1000	100	150,16	138,39	370,97	3329,99

Dieta FFA*Ingredientes*

Farinha de arroz	400,00	40,00	5,20	1,20	342,00	1399,60
Farelo do brunimento do arroz	145,00	14,50	21,30	23,47	20,08	376,81
Farelo do polimento do arroz	200,00	20,00	31,10	28,64	70,48	664,08
Açúcar	80,00	8,00	-	-	80,00	320,00
Leite em pó	80,00	8,00	20,31	21,54	30,77	398,16
Gérmen de trigo	90,00	9,00	16,20	5,40	52,20	322,20
Sal	5,00	0,50	-	-	-	-
Nipagin	0,80	0,08	-	-	-	-
TOTAL	1000	100	94,11	80,25	595,53	3480,85

Dieta padrão (a base de farinha de milho média e farinha de milho grossa), Dieta FA (a base de farelo do arroz), Dieta FFA (a base de farelo e farinha de arroz), PTN (proteína), LIP (lipídio), CHO (carboidrato).

Ao analisar o teor de proteína das três dietas é notória semelhança entre a dieta FFA e a dieta padrão, já a dieta FA possui cerca de 50 g a mais desse macronutriente do que as demais dietas. O teor de lipídios expresso na dieta FA é três vezes maior do que o valor contido na dieta padrão, essa discrepância se mostrou diminuída na dieta FFA, que embora tenha apresentado 90 g a mais de lipídios do que a dieta padrão, não chegou a duplicar o seu valor. O teor de carboidrato presente na dieta FA foi cerca de 30% inferior ao expresso na dieta padrão, diferença que se mostrou menor na dieta FFA, que apresentou uma diferença de aproximadamente 8% em relação a dieta padrão. Ao analisar a quantidade de fibra alimentar presente nas três dietas, a dieta FA apresentou maior teor de fibra alimentar do que as demais dietas, totalizando 202,79 g de fibra em 1 kg de dieta, 124,05 g a mais do que a quantidade presente na dieta padrão. A dieta FFA apresentou 37,74 g a mais do que a quantidade de fibra presente na dieta padrão, e 86,31 g inferior ao encontrado na dieta FA. O valor calórico

das dietas foi semelhante, contemplando a ideia inicial do estudo. Resultados expressos na tabela 5.

Tabela 5. Comparação da composição nutricional das dietas testadas (FA e FFA) com a dieta padrão.

Dieta	PTN (%)	LIP (%)	CHO (%)	Fibra alimentar (%)	Kcal
<i>Dieta padrão</i>	9,59	4,54	67,48	7,87	3491,99
<i>Dieta FA</i>	15,02	13,84	37,10	20,28	3329,99
<i>Dieta FFA</i>	9,41	8,03	59,55	11,65	3480,85

Dieta padrão (a base de farinha de milho média e farinha de milho grossa), Dieta FA (a base de farelo do arroz), Dieta FFA (a base de farelo e farinha de arroz).

Ao realizar o teste de consumo alimentar com corante, foi analisado o consumo da dieta padrão (C), da dieta a base farelo de arroz (FA) e da dieta a base de farinha e farelo de arroz (FFA). Comparando a ingestão alimentar das moscas dos três diferentes grupos o teste ANOVA verificou que não houve diferença estatística significativa entre o consumo das três dietas. (ANOVA, $F_{2,6} = 0,1597$, $P = 0,8559$, Fig. 2).

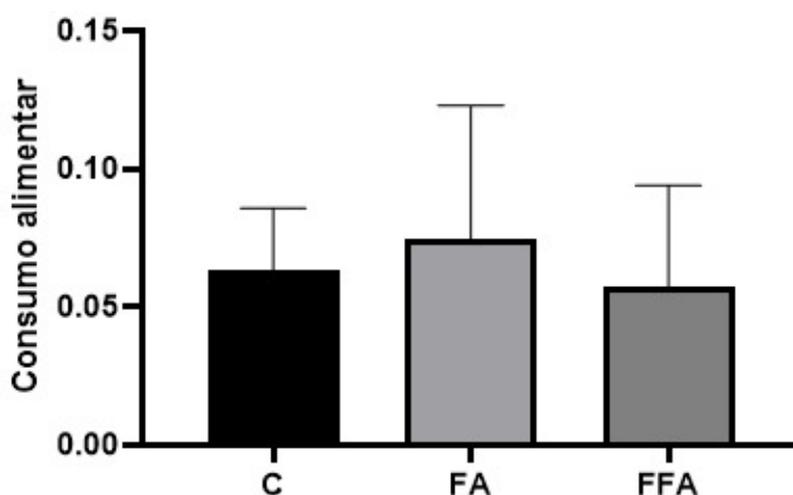


Fig. 2. Consumo alimentar de *Drosophila melanogaster* alimentadas com três diferentes dietas (C; FA; FFA). C (grupo controle), FA (dieta à base de farelo de arroz), FFA (dieta à base de farelo e farinha de arroz). Significância determinada por análise de variância (ANOVA).

5 DISCUSSÃO

Para o arroz adquirir as características de consumo os grãos são submetidos à uma série de processamentos, como a operação de brunimento do grão, etapa

fundamental para determinar a qualidade do arroz. A etapa consiste em remover do arroz integral a película de tegumento e o germe, o material removido constituirá o farelo de brunimento do arroz, composto por tegumento, germe e endosperma amiláceo (LUZ et al., 2005). Posterior ao processo de brunimento se dá o polimento dos grãos, uma operação de acabamento, onde ocorre a remoção das camadas do pericarpo, tegumento e partículas remanescentes da casca, dando origem ao farelo de polimento do arroz (SPADARO et al., 1980). A farinha de arroz por sua vez, é gerada após o processo de beneficiamento, sendo usualmente adquirida através da moagem dos grãos de arroz quebrados no decorrer desse processo (OLIVEIRA et al., 2014). A farinha de milho é produzida por meio de dois processos de moagem do milho, a moagem úmida ou moagem seca, e posteriormente é submetida a um processo de refinamento, onde ocorre a remoção das cascas dos grãos do milho. A classificação dessas farinhas ocorre por tamanho das partículas do milho moído (granulometria), sendo categorizadas como farinha de milho média e farinha de milho grossa (GUTKOSKI, 1999).

O teor de umidade do alimento é uma determinação de suma importância para a análise de alimentos, pois está relacionada com a estabilidade e a conservação das amostras (CECHI, 2003). A amostra FMG e a amostra FMM apresentaram teor de umidade semelhante ao descrito para a farinha de arroz e maior do que o encontrado nas amostras de farelo de arroz, sendo respectivamente 12,66% e 12,78%, valor que corrobora com o encontrado por Miranda (2013), que ao fazer a análise de umidade da farinha de milho encontrou uma média de 12,06%. Os resultados encontrados também se assemelham aos resultados encontrados por Boen (2007) que ao analisar três marcas distintas de farinha de milho encontrou valores de umidade entre 9,72% e 12,20%. Ainda, o resultado encontrado no estudo está de acordo com a Resolução nº 12, de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1978), que determina um teor de umidade máximo de 14,00% para a farinha de milho. A farinha de arroz apresentou 12,7% de umidade, valor que se assemelha ao encontrado em estudo de Graça et al. (2017), que ao realizar análise química da farinha de arroz utilizada para a produção de pães sem glúten, encontrou 10,76% de umidade. O resultado também se assemelha ao da amostra de farinha de arroz utilizada no estudo de Madruga et al. (2020).

O farelo do brunimento do arroz apresentou um teor de umidade de 9,79% e a amostra de farelo de polimento do arroz apresentou 9,99%, esse resultado foi ao

encontro dos resultados encontrados em estudo feito por Moro (2004), que encontrou nas amostras analisadas um teor de umidade de 9,70%. Os resultados estão dentro dos valores recomendados pela indústria de transformação do arroz para farelo estabilizado dos Estados Unidos que preconiza umidade máxima de 12% no farelo de arroz (SAUNDERS, 1990). Os resultados também estão de acordo com os valores estabelecidos na RDC nº 263, de 2005 (BRASIL, 2005), que determina um teor de umidade máximo de 15% para os farelos.

As fibras alimentares, são polímeros de carboidratos resistentes à ação das enzimas digestivas importantes para regulação da função intestinal e melhora de diversas condições patológicas (BERNAUD, 2013). A quantidade de cinzas, está relacionada ao conteúdo total de minerais presentes nos alimentos, sendo importante para ditar a sua qualidade e valor nutricional (ZAMBIAZI, 2010). No que se refere aos lipídios, são macronutrientes constituídos de ácidos graxos, que quando consumidos de maneira adequada auxiliam no crescimento, funcionamento de tecidos e captação de vitaminas (PIMENTEL-AUED, 2009). As amostras FBA e FPA apresentaram maiores teores de fibra alimentar, cinzas e lipídios do que as amostras FMG e FMM.

No processo de descascamento do grão de arroz, onde há a geração do farelo, grande parte das fibras alimentares que revestem o grão são removidas, sendo concentradas no farelo de arroz, o que o torna um alimento rico em fibra alimentar (SILVA, 2012), explicando a diferença significativa da concentração de fibras alimentares entre as amostras de farelo de arroz e farinha de milho. A diferença significativa encontrada no teor de fibra alimentar entre os dois farelos pode estar relacionada ao fato de o farelo de brunimento de arroz ser composto por tegumento, gérmen e endosperma amiláceo e ser removido previamente ao processo de polimento (LUZ et al., 2005), obtendo maior quantidade de fibra alimentar, que se concentra nas partes mais externas do grão. As amostras de farelo de arroz apresentam maior teor de cinzas que as amostras de farinha de milho devido ao fato desse subproduto ser rico em minerais como o fósforo, magnésio e potássio (OLIVEIRA et al., 2011; MESSIAS, 2005). Ainda, o farelo de arroz apresenta em sua composição cerca de 80% dos lipídios presentes no grão de arroz, possuindo ácido palmítico, ácido linoleico e ácido oleico, o que explica a sua elevada concentração de lipídios quando comparados às demais amostras (OLIVEIRA et al., 2011; MESSIAS, 2005).

O valor de fibras alimentares encontrado nas amostras de farelo de arroz

diverge dos valores registrados pela FAO (2011) e dos valores de referência determinados pela indústria de transformação do arroz para farelo estabilizado dos Estados Unidos, o qual determina 9% como máximo de fibra no farelo (SAUNDERS, 1990). Contudo, os resultados corroboram com Messias (2005), que traz em seu estudo que o farelo de arroz possui cerca de 2,02% a 2,50% de fibras solúveis e cerca de 31,00% a 33,00% de fibras insolúveis. O teor de cinzas encontrado na amostra FBA foi semelhante ao encontrado no estudo de Silva (2012), que encontrou em 100 g de farelo de arroz *in natura* teor de cinzas de 9,76%. Valor semelhante também foi encontrado no estudo de Moro (2004) que encontrou 10,20% de cinzas. Os resultados encontrados no estudo se encontram nos valores de referência determinados pela indústria de transformação do arroz para farelo estabilizado dos Estados Unidos que preconiza quantidade máxima de 10,00% de cinzas nas amostras de farelo de arroz (SAUNDERS, 1990). Também corrobora com o valor determinado pela FAO (2011) que determina que os valores de cinzas presentes no farelo de arroz podem variar de 6,60% a 9,90%.

O teor de lipídios mensurado na amostra FBA corrobora com farelo de arroz *in natura* registrado em estudo anterior (SILVA, 2011). A quantidade no FPA, embora diverja dos valores encontrados no FBA, também se assemelha a resultados registrados na literatura (MORO et al., 2004). O teor de lipídios nas amostras vai ao encontro dos valores registrados pela FAO (2011) onde o teor de gordura do farelo de arroz pode variar de 15,00% a 19,70%. Quanto aos valores pré-estabelecidos pela indústria de transformação do arroz para farelo estabilizado dos Estados Unidos é determinado que o farelo de arroz deve ter no mínimo 16% de gordura, sendo que apenas a amostra FBA está de acordo (SAUNDERS, 1990).

As amostras FMG e FMM apresentaram teor de fibra alimentar 7,29 g e 7,39 g, respectivamente, esse valor é divergente do valor encontrado na TACO (2011) que traz o teor de 5,5 g de fibra alimentar para 100 g de farinha de milho.

As amostras FMG e FMM apresentaram teor de cinzas 0,44 g e 0,50 g, respectivamente, esse resultado vai ao encontro dos resultados expressos na tabela de composição centesimal dos alimentos (TACO, 2011), que traz o valor de 0,50 g de cinzas para amostras de 100 g de farinha de milho. Esse resultado também foi semelhante ao resultado encontrado no estudo de Soeiro et al. (2010), que ao realizar a média entre 6 amostras de farinha de milho obteve teor de cinzas de 0,6 g. Ainda, o resultado encontrado no estudo está de acordo com os parâmetros estabelecidos pela

Agência de vigilância nacional, que preconiza na Resolução nº 12, de 1978 (BRASIL, 1978) até 1% de cinzas em farinhas de milho. Quanto aos lipídios, a amostra FMG contém 2,80 g, um valor pouco maior que a amostra FMM, que contém 2,66 g. Esse resultado é semelhante ao de Araújo (2019) que ao fazer a média do teor de lipídios presentes em três diferentes amostras de farinha de milho encontrou 1,55 g, resultado que se assemelha ao da TACO (2011) onde o valor de referência para os lipídios presentes na farinha de milho é de 1,5 g.

Ao estimar o teor de fibra alimentar presente na farinha de arroz de 0,6 g, ao qual não foi observado tal resultado nos demais estudos analisados e na “Tabela de composição dos alimentos: suporte para decisão nutricional” o nutriente se encontra como não disponível, significando falta de informação disponível na literatura (PHILIPPI, 2002). Estimando o teor de cinzas presente na farinha de arroz observamos o valor de 0,2 g, o qual se assemelha ao mensurado nas amostras FMG e FMM. A diferença entre a quantidade de cinzas dos farelos de arroz e da farinha se dá pelo processo diferente de obtenção dos dois produtos, uma vez que o farelo de arroz é obtido das partes que são retiradas do grão no processo de beneficiamento, local onde se encontra maior parte dos minerais do cereal (SILVA, 2012). O valor de cinza para a farinha de arroz vai ao encontro do estudo que, quando analisada a composição química da farinha de arroz para elaboração de pães sem glúten, obteve 0,33 g de cinzas (GRAÇA et al., 2017). Esse resultado também é semelhante ao da amostra de farinha de arroz utilizada no estudo de Madruga et al. (2020), que em 100 g de farinha de arroz apresentou 0,37 g de cinzas.

Ao estimar o teor de lipídios e fibras alimentares da amostra de farinha de arroz é notório que a quantidade foi inferior ao encontrado nas amostras FMG, FMM, FBA e FPA. Para lipídio foi observado 0,3 g e para fibras alimentares 0,6. Embora inferior, o valor de lipídio não divergiu significativamente de Graça et al. (2017) e Madruga et al. (2020), em que os valores foram de 0,41 g e 0,51 g, respectivamente

As proteínas são moléculas formadas por aminoácidos que exercem funções fundamentais ao funcionamento do organismo, sintetizando novos tecidos e hormônios, formando células e auxiliando na reparação muscular (ALBERTS, 2006). Ao analisar o teor de proteínas das amostras, foi observado uma maior concentração nas amostras FBA e FPA em relação às amostras FMG e FMM, esse resultado se expressa devido ao farelo de arroz possuir proteínas de alta qualidade nutricional e conter alto teor de lisina (REVILLA et al., 2009). Ainda, as proteínas encontradas no

farelo de arroz são antialergênicas, anticancerígenas e auxiliam na redução do colesterol (KAEWKA et al., 2009). Em contra partida, a farinha de milho possui cerca de 10% de proteína, essas são de baixíssima qualidade nutricional, apresentando biodisponibilidade reduzida de lisina e triptofano, aminoácidos essenciais, fundamentais para o funcionamento do organismo (ALVIM et al., 2002), que estão presentes de forma abundante no farelo de arroz.

Em 100 g da amostra FBA foi encontrado 14,69 g de proteína e 15,55 g na amostra FPA, esse resultado corrobora com o encontrado em estudo que determinou a composição química de farelo de arroz *in natura* e obteve 14,94 g em 100 g de farelo de arroz (SILVA, 2011). O resultado no presente estudo está de acordo com a recomendação da indústria de transformação do arroz para farelo estabilizado dos Estados Unidos que preconiza um teor mínimo de 13% de proteína no farelo de arroz (SAUNDERS, 1990). O teor de proteína presente nas amostras FMG e FMM foi 8,82 g e 7,58 g, respectivamente, esse valor se assemelha ao encontrado no estudo de Boen et al. (2007), em que ao fazer a análise dos valores de proteína expressos nos rótulos de diferentes marcas de farinha de milho, viu uma média de valores entre 6 g e 9,8 g de proteína. O valor encontrado nas amostras também vai ao encontro do valor descrito na TACO (2011) que traz 7,2 g de proteína alimentar para amostras de 100 g de farinha de milho amarela.

A farinha de arroz apresentou 1,3 g de proteína, valor menor que o encontrado nas demais amostras, resultado que divergiu tanto do estudo realizado por Garça et al. (2017), que encontrou 9,58 g de proteína em 100 g de farinha de arroz, quanto no estudo realizado por Madruga et al. (2020) que encontrou 6,77 g de proteína na sua amostra.

Os carboidratos são formados por compostos orgânicos e são as moléculas responsáveis por dar energia para os organismos vivos (FONTAN; AMADIO, 2015). As amostras FMG e FMM apresentaram maior quantidade de carboidratos digeríveis do que as amostras FBA e FPA. Isso ocorre devido à farinha de milho ser um alimento rico em carboidratos (ALVIM et al., 2002), enquanto o farelo de arroz possui maior quantidade de proteínas e lipídios.

Os teores de carboidratos encontrados nas farinhas de milho FMG e FMM, 67,99 e 69,08%, respectivamente, se aproximam do valor descrito na TACO (2011) para farinha de milho, 79,1 g de carboidrato em cada 100 g. Já as amostras FBA e FPA apresentaram respectivos 13,85 e 35,24% de carboidratos. Essa diferença pode

estar relacionada ao fato de o processo de polimento ser realizado posteriormente ao processo de brunimento (LUZ et al., 2005), removendo as camadas mais próximas ao endosperma do grão, parte do arroz rica em grânulos de amido e consequentemente elevado teor de carboidratos (WALTER et al., 2008).

A farinha de arroz apresentou teor de carboidrato mais elevado que todas as demais amostras, contendo em 100 g de farinha 85,5 g de carboidratos. Vale ressaltar que na tabela TACO (2011) o valor estabelecido para carboidratos engloba a fração referente a fibra alimentar, pois, ao somar as demais análises químicas descritas na tabela, encontramos um total de 100,6%, ultrapassando em 0,6%. Sabendo disso, estabelecemos como o valor de carboidrato presente na farinha de arroz 84,9 g em 100 g de amostra. Quando analisamos o teor de carboidrato presente na farinha de arroz e nas duas amostras de farelo de arroz, a diferença ocorre pois o farelo de arroz é obtido através da extração das partes externas do grão de arroz, enquanto a farinha é obtida através da moagem do grão, possuindo em sua composição todo o amido presente no endosperma do arroz, parte que se encontra no interior do grão (WALTER et al., 2008).

Quanto às amostras de farinha de milho e farinha de arroz, a diferença se explica pelos produtos que dão origem às farinhas, uma vez que, enquanto 100 g de grãos de milho apresentam 28,6 g de carboidrato, 100 g de arroz apresentam 78,8 g desse macronutriente (TACO, 2011). Ainda, o teor de carboidratos presente na farinha de arroz corrobora com os resultados encontrados por Graça et al. (2017), que ao realizar análise química da farinha de arroz utilizada para a produção de pães sem glúten, encontrou 89,68% de carboidratos.

O valor calórico pode ser definido como a quantidade de energia que o organismo recebe após realizar toda a digestão de determinado alimento (DANTAS, 2021). O valor calórico das amostras FMG, FMM, FPA e farinha de arroz foram semelhantes, apresentando valores entre 330,61 e 363,00 kcal para 100 g de amostra. Esse resultado mostra que por mais que haja variações na composição centesimal dos alimentos, quando realizamos o cálculo da quantidade de energia liberada na digestão de cada grama dos macronutrientes, obtemos valores calóricos semelhantes nesses alimentos.

A dieta FA é a dieta obtida através da substituição da farinha de milho por farelo de arroz. Quando realizada a análise dessa dieta e das duas demais (padrão e FFA) é observado que a dieta FA apresentou maior teor de fibra alimentar do que as demais,

sendo cerca de 120 g superior a dieta padrão e 85 g superior a dieta FFA. A quantidade presente nas dietas divergiu da dieta padrão por serem feitas a base de subprodutos de arroz, conhecidos por possuir alto teor de fibra alimentar (SOHAIL et al., 2017; ALEIXANDRE; MIGUEL, 2016). Ainda, a dieta FFA apresentou menor teor de fibras do que a dieta FA, pois é composta não apenas de farelo de arroz, mas também de farinha, cuja obtenção se dá através da moagem do grão, possuindo em sua composição apenas as fibras encontradas no grão após ser submetido ao processo de refinamento (MATSUDA, 2019). Enquanto o farelo de arroz é obtido através da extração das partes externas do grão de arroz, local onde se encontra a maior parte das fibras alimentares presentes no cereal (SILVA, 2012).

A dieta FA apresentou maior quantidade de proteínas e lipídios, além do menor teor de carboidratos entre as dietas. Estudos realizados por Mair et al. (2005) e por Grandison et al. (2009) mostraram que a quantidade de proteína e lipídio presente na dieta estão ligados com a expectativa de vida aumentada da mosca, sendo responsável por uma maior longevidade. Além disso, já se sabe que a quantidade de ovos colocados por *D. melanogaster* está diretamente relacionada à quantidade de levedura, fonte de proteína e lipídio da maioria das dietas padrão, encontrada na dieta da mosca (CHIPPINDALE et al., 1993; CHAPMAN & PATRIDGE, 1996). Contudo, quando uma dieta é desequilibrada em nutrientes, a mosca tende a consumir quantidade excessiva de um único nutriente causando danos aos seus processos naturais. Ao ser exposta a uma dieta pobre em carboidratos a *Drosophila* irá consumir uma quantidade excessiva de proteína, o que causará danos à reprodução (Lee et al., 2008). Diante disso, a dieta FFA apresenta quantidade de proteína semelhante à dieta padrão, maior quantidade de lipídios devido aos compostos bioativos encontrados no farelo de arroz e uma diferença menor na quantidade de carboidratos em relação à dieta padrão, apresentando-se mais equilibrada nos macronutrientes.

Além da quantidade elevada de fibra alimentar nas dietas elaboradas em relação à dieta padrão, o farelo de arroz utilizado na elaboração das duas novas dietas, é um alimento rico em diversas vitaminas e minerais, como a vitamina B1 e B3, que tem efeitos sobre o sistema nervoso, sendo importante para reduzir depressão e ansiedade, vitamina E, vitamina B6, niacina, riboflavina, tiamina, folato, magnésio, manganês, zinco, cobre, potássio e ferro (EMBRAPA, 2004). O arroz e os seus subprodutos, são ricos em triptofano (SILVA, 2012), aminoácido essencial precursor do neurotransmissor serotonina, responsável por ocasionar sensação de bem estar,

felicidade e ser um regulador do sono (FERNSTROM, 2016). Ainda, o farelo de arroz possui compostos bioativos com alto teor antioxidante, sendo aliado no combate aos radicais livres, melhorando diversas condições patológicas (SOHAIL et al., 2017). Diante disso, a substituição da farinha de milho por subprodutos do arroz na dieta da *D. melanogaster* sugere uma possível melhora significativa na qualidade de vida da mosca, levando a uma maior taxa de postura de ovos e aumento da longevidade, devido ao nível elevado de proteínas e lipídios e o equilíbrio entre os macronutrientes.

No que se refere ao consumo alimentar, não houve diferença significativa entre o consumo das moscas alimentadas com as duas dietas novas em relação ao grupo controle, mostrando que os três grupos consumiram quantidade semelhante de comida, sugerindo aceitação pelo modelo experimental, o que é de suma importância para o prosseguimento dessa pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as dietas elaboradas fornecem subsídio para uma alimentação de qualidade para *D. melanogaster*, suprimindo suas necessidades de macronutrientes, e possuindo em sua composição maior quantidade de fibra alimentar, proteínas, minerais e compostos bioativos. Ainda, as dietas elaboradas ficaram com a consistência esperada, semelhantes à dieta padrão, e tiveram aceitação no teste de consumo alimentar, sem diferir significativamente da dieta padrão.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

Acredita-se que as dietas desenvolvidas para o presente estudo são capazes de melhorar a história de vida da *Drosophila melanogaster*, suas características de reprodução, longevidade, melhora do estresse oxidativo e de funções bioquímicas. Afim de identificar a qualidade das dietas elaboradas e verificar melhora sobre esses parâmetros, uma série de testes poderiam ter sido realizados, como: estudo de sobrevivência, longevidade, eclosão, ganho de peso corporal, dosagem de glicose e triglicerídeos, análise comportamental e enzimática, níveis de peroxidação lipídica, carbonilação de proteína, viabilidade celular e medição do estresse oxidativo. Contudo, devido às limitações impostas pela pandemia do vírus COVID-19, alguns experimentos que demandassem utilização do laboratório tiveram de ser adiados, deixando essas mensurações para estudo posterior, que venha a completar esse

estudo.

A sequência desse estudo responderá se, além da melhora da qualidade nutricional e da aceitação das dietas elaboradas por parte da mosca, essas dietas também têm condições de reproduzir ou melhorar a qualidade de vida da *D. melanogaster*.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-HAMID, A. LUAN, Y. S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**, v. 68, n. 1, p. 15-19, 2000.
- ALBERTS, B., et al. **Fundamentos da Biologia Celular**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 119-167, 2006.
- ALEIXANDRE, A.; MIGUEL, M. Dietary fiber and blood pressure control. **Food & Function**, v. 4, p. 1715-2116, 2016.
- ALVIM, I. D.; SGARBIERI, V. D.; CHANG, Y. K. Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas à base de milho, derivados de levedura e caseína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 170-176, 2002.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 1978. Legislação em Vigilância Sanitária. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/e-legis>. Acesso em: 19 jan., 2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2005. Legislação em Vigilância Sanitária. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/e-legis>. Acesso em: 13 jan., 2021.
- ARAUJO, M. L. L. M., et al. Composição Centesimal, índice de absorção de água e índice de solubilidade em água de farinhas de milho flocadas comercializadas em Teresina- PI. **11º Encontro Nacional de Tecnologia Química**, 2019.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis. 17th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2000.
- BASCUNÁN, k. A.; VESPA, M. C.; ARAYA, M. Celiac disease: understanding the gluten-free diet. **European Journal of Nutrition**, v. 56, p. 449-459, 2016.
- BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar – ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 57, n. 6, 2013.
- BIESIEKIERSKI, J. R. What is gluten?. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 32, n. 1, p. 78-81, 2017.
- BLIGH, E. C.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BOEN, T. R., et al. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacológicas**, v. 43, n. 4, 2007.
- BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2003. Seção 1, p. 33.

BROGIOLO, W.; et al. Na evolutionarily conserved function of *Drosophila* insulin receptor and insulin-like peptides in growth control. **Current Biology**, v. 11, n. 4, p. 213-221, 2001.

BROWN, D. G. et al. Heat-stabilised rice bran consumption by colorectal cancer survivors modulates stool metabolite profiles and metabolic networks: a randomised controlled trial. **British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 9, p. 1244-1256, 2017.

CABANELAS, N. et al. Glucotoxicidade. **Revista Portuguesa de Diabetes**, v. 4, n. 2, p. 65-7, 2009.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n.1, p. 129-136, 2011.

CECHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Ed. UNICAMP, 2003.

CHAPMAN, T.; PARTRIDGE, L. Female fitness in *Drosophila melanogaster* An interaction between the effect of nutrition and of encounter rate with males. **Proceeding of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 263, p. 755–759, 1996.

CHIPPINDALE, A. K., et al., Phenotypic plasticity and selection in *Drosophila* life-history Evolution, Nutrition and the cost of reproduction. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 6, p. 171–193, 1993.

CONAB. Ministério da cultura, pecuária e abastecimento. **Mercado de arroz**. Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Brasília, DF: Ministério da saúde, 2018.

DANTAS, G. C. S. **Calorias; Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/saude/calorias.htm>>. Acesso em: 04 de fev., 2021.

DE PAULA, M. T. et al. High-Fat Diet Induces Oxidative Stress and MPK2 and HSP83 Gene Expression in *Drosophila melanogaster*. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 2016.

DUXBURY, E. M. L.; CHAPMAN, T. Sex-Specific Responses of Life Span and Fitness to Variation in Developmental Versus Adult Diets in *Drosophila melanogaster*. **The Journals of Gerontology: Series A**, v. 20, n. 20, p. 1-8, 2019.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Estatísticas de Produção**, 2017.

_____. **Utilização do Farelo de arroz**, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80497/1/arroz-farelo.pdf>> Acesso em: fev. 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization, 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0567e/T0567E08.htm>>. Acesso em: 13 jan., 2021.

FERNSTOM, J. D. A Perspective on the Safety of Supplemental Tryptophan Based on Its Metabolic Fates. **The Journal of Nutrition**, v. 146, n. 12, p. 2601-2608, 2016.

FITZGERALD, M. A.; MCCOUCH, S. R.; HALL, R. D. Not just a grain of rice: quest for quality. **Trends in Plant Science**, v. 14, p. 133-139, 2009.

FONTAN, J. S.; AMADIO, M. B. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: Revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 2, 2015.

GUTKOSKI, L. C.; ANTUNES, E.; ROAN, I. T. Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 17, n. 2, p. 153-166, 1999.

GURPREET, K. C.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 592-597, 2007.

GRAÇA, C. S., et al. Adição de colágeno em pão sem glúten elaborado com farinha de arroz. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

GRANDISON, R. C. PIPER, M. D. W.; PARTRIDGE, L. Amino-acid imbalance explains extension of lifespan by dietary restriction in *Drosophila*. **Nature**, v. 462, p. 1061-1064, 2009.

GRANGATEAU, C. et al. Yeast quality in juvenile diet affects *Drosophila melanogaster* adult life traits. **Scientific Reports**, v. 8, 2018.

HALES, K. G. et al. Genetics on the Fly: A Primer on the *Drosophila* Model System **Geneticis**, v. 201, n. 1, p. 815-42, 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola**, 2019. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18 mai., 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2002- 2003**, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 set., 2019

Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). **Boletim de Resultados da Lavoura- Safra 2019/2020**, 2020. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202008/19144808-boletim-de-resultados-da-lavoura-safra-2019-2020-irga.pdf>>. Acesso em: 01 mar., 2021.

Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). **Cartilha benefícios do arroz**, 2020. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/201910/17151854-cartilha-beneficios-do-arroz.pdf>> Acesso em: 17, mar., 2021.

IRRI. Milling?processing. Disponível em: <<http://www.knowledgebank.irri.org/rkb/rice-milling/commercial-rice-milling-systems/mist-polisher.html>>. Acesso em 21 out. 2020.

JENNINGS, B. H. *Drosophila* – a versatile model in biology e medicine. **Materials Today**, v. 14, p. 190-195, 2011

KAEWKA, K.; THERAKULKAIT, C.; CADWALLADER, K. R. Effect of preparation conditions on composition and sensory aroma characteristics of acid hydrolyzed rice bran protein concentrate. **Journal of Cereal Science**, v. 50, p. 56-60, 2009.

KAHN, S. et al. Obesity, Body Fat Distribution, Insulin Sensitivity and Islet β -Cell Function as Explanations for Metabolic Diversity. **The Journal of Nutrition**, v. 131, p. 354S–360, 2001.

KAUR, B.; RANAWANA, V.; HENRY, J. The Glycemic Index of Rice and Rice Products: A Review, and Table of GI Values. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, p. 215–236, 2016.

KONG, C. et al. A rice bran polyphenol, cycloartenylferulate, elicits apoptosis in human colorectal adenocarcinoma SW480 and sensitizes metastatic SW620 cells to TRAIL-induced apoptosis. **Biochemical Pharmacology**, v. 77, n. 9, p.1487–1496, 2009.

KUPKANCHANAKUL, W.; YAMAGUCHI, T.; NAIVIKUL, O. Gluten-Free Rice Breeding Using Compositated Rice Flour and Pre-Germinated Brown Rice Flour for Health Benefits. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 65, p. S206-S211, 2019.

LEE, B. et al. TORC1 modulation in adipose tissue is required for organismal adaptation to hypoxia in *Drosophila*. **Nature Communications**, v. 10, p. 1878, 2019.

LEE, K. P. et al. Lifespan and reproduction in *Drosophila*: New insights from nutritional geometry. *PNAS*, v. 105, n. 7, p. 2498-2503, 2008.

LEMAITRE, B.; MIGUEL-ALIAGA, I. The digestive Tract of *Drosophila melanogaster*. **Annual Review of Genetics**, v. 47, p. 377-404, 2013.

LUZ, C. A. S. et al. Relações granulométricas no processo de brunimento de arroz. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, 2005.

MADRUGA, K. et al., Properties of wheat and rice breads added with chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolyzate. **Food Science and Technology**, v.40, n.3, 2020.

MAIR, W., et al. Calories Do Not Explain Extension of Life Span by Dietary Restriction in *Drosophila*. **PLoS Biology**, v. 3, n. 7, p. 1305-1311, 2005.

MATSUDA, T. Rice Flour: A Promising Food Material for Nutrition and Global Health. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 65, p. S13–S17, 2019.

MEICHTRY, L. B. et al. Addition of Saturated and Trans-fatty Acids to the Diet Induces Depressive and Anxiety-like Behaviors in *Drosophila melanogaster*. **Neuroscience**, v. 443, n. 1, p. 164-175, 2020.

MESSIAS, R. F. **Fracionamento enzimático do farelo integral de arroz parboilizado**. 2005. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2005.

MIRANDA, K. W. E. Determinação de umidade em farinha de milho “fubá”. **Universidade Federal do Ceará -UFC.**, 2013.

MORO, J. D.; ROSA, C. S.; HOELZEL, S. C. Centesimal composition and antioxidante Action of rice bran and its benefits to health. **Disciplinarum Scientia, Série: Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 33-44, 2004.

NETO, L. G. A. et al. Análise bioeconômica do farelo de arroz na recria de bezerras de corte em azevém. **Arquivos Brasileiros de Medicina veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 4, 2019.

OHARA, K. et al. The effects of hydroxycinnamic acid derivatives on adiponectin secretion. **Phytomedicine**, v. 16, p. 130-137, 2009.

OLIVEIRA, M. S.; FEDDERN, V.; KUPSKI, L.; CIPOLATTI, E. P.; BADIALEFURLONG, E.; SOUZA-SOARES. Changes in lipid, fatty acids and phospholipids composition of whole rice bran after solid-state fungal fermentation. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 8335–8338, 2011.

OLIVEIRA, M. G. C., et al. Stability and microbiological quality of rice bran subjected to different heat treatments. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 4, 2012.

OLIVEIRA, C. A. O. et al. Farinha de arroz derivados como alternativa para cadeia produtiva do arroz. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n.3, p. 201-207, 2014.

OLIVEIRA, A. **Tipos de farinha de milho mais comuns** - Os diversos tipos de farinha de milho são produzidos por meio de dois processos: moagem úmida ou moagem seca, 2020. Acesso em: jan. 2021.

PANDEY, U. B.; NICHOLS, C. D. Human disease models in *Drosophila melanogaster* and the role of the fly in therapeutic drug discovery. **Pharmacological Reviews**, v. 63, n. 2, p. 411-36, 2011.

PARRADO, J. et al. Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. **Food Chemistry**, v. 98, p. 742–748, 2006.

PESTANA, V. R.; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C. Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, p. 29-40, 2008.

PHILIPPI, Sonia Tucunduva. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional, 2002.

PIMENTEL-AUED, S.; ZENEBON, O. Lipídios totais e ácidos graxos na informação nutricional do rótulo dos alimentos embalados: aspectos sobre legislação e quantificação. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 2, 2009.

PIPER, M. D. W.; PARTRIGDE, L. Dietary Restriction in *Drosophila*: Delayed Aging or Experimental Artefact?. **Plos Genetics**, v. 3, n. 4, p. 57, 2007

PIPER, M. D. W. et al. A holidic médium of *Drosophila melanogaster*. **Nature Methods**, v. 11, n. 1, p. 100-5, 2014.

PIPER, M. D. W. Using artificial diets to understand the nutritional psycology of *Drosophila melanogaster*. **Current Opinion in Insect Science**, v. 23, p. 104-111, 2017.

PRADO, S. P. T. et al. Contaminação por matérias estranhas e microrganismos em farináceos comercializados em Ribeirão Preto, SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 64, n. 2, p. 237-244, 2005.

PRAKASH, A.; MONTEIRO, A. Molecular mechanisms of secondary sexual trait development in insects. **Current Opinion in Insect Science**, v. 17, p. 40-48, 2016.

QURESHI, A.; SAMI, S. A.; KHAN, F. A. Effects of stabilized rice bran, its soluble and fiber fractions on blood glucose levels and serum lipid parameters in humans with diabetes mellitus types I and II. **Journal Nutritional Biochemistry**, v. 13, p. 175–187, 2001.

REIS, T. Effects of Synthetic Diets Enriched in Specific Nutrients on *Drosophila* Development, Body Fat, and Lifespan. **PLoS One**, v. 11, n. 1, 2016.

REVILLA, E., et al. Nutraceutical composition, antioxidant activity and hypocholesterolemic effect of a water-soluble enzymatic extract from rice bran. **Food Research International**, v. 42, p. 387-393, 2009.

REVILLA, E., et al. Anti-proliferative and immunoactivatory ability of an enzymatic extract from rice bran. **Food Chemistry**, v. 136, p. 526–531, 2013.

SAJI, N. et al. Rice Bran Phenolic Extracts Modulate Insulin Secretion and Gene Expression Associated with β -Cell Function. **Nutrients**, v.12, n. 6, p. 1889, 2020.

SASSI, A. K. **Investigação sobre a oportunidade de ocorrência de transmissão horizontal de elementos transponíveis entre *Drosophilas*, Ácaros e Microhimenópteros**. 2008. Tese (Doutorado em Genética e Biologia molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de PósGraduação em Genética e Biologia molecular, Porto Alegre, 2008.

SAUNDERS, R. M. The properties of rice bran as a foodstuff. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 35, n. 7, p. 632-636, 1990.

SPADARO, J. J., et al. Rice: production and utilization. **AVI Publishing**, p. 360-402, 1980.

SI, X., et al. Gamma-aminobutyric Acid Enriched Rice Bran Diet Attenuates Insulin Resistance and Balances Energy Expenditure via Modification of Gut Microbiota and Short-Chain Fatty Acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 4, p. 881-890, 2018.

SILVA, C. C. F.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S. **Caracterização química de farelo de arroz in natura e extrusado**. 2011. Dissertação – Universidade Federal de Goiás. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Goiás, 2011.

SILVA, P. M. **Isolado proteico de Farelo de Arroz: Obtenção, propriedades funcionais e aplicação**. 2012. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande. Escola de Química e Alimentos, Rio Grande, 2012.

SILVA, G. M., et al. Elevada prevalência de inadequação do consumo de fibras alimentares em idosos e fatores associados: um estudo de base populacional. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. 1980-5497, 2019.

SOEIRO, B. T., et al. Investigação da qualidade de farinhas enriquecidas utilizando Análise por Componentes Principais (PCA). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 618-624, 2010.

SOHAIL, M., et al. Rice bran nutraceuticals: A comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 17, p. 3771-3780, 2017.

SON, M. J., et al. Effect of oryzanol and ferulic acid on the glucose metabolism of mice fed with a high-fat diet. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 7–10, 2011.

STAATS, S. et al. *Drosophila melanogaster* as a Versatile Model Organism in Food and Nutrition Research. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 15, p. 3737-3753, 2018.

SUN, Y., et al. Aging Studies in *Drosophila melanogaster*. **Methods in Molecular Biology**, v. 1048, p. 77-93, 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011.

URAIPOONG, C.; ZHAO, J. Identification and functional characterisation of bioactive peptides in rice bran albumin hydrolysates. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 51, p. 2201–2208, 2016.

XAVIER, H. T., et al. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, n. 4, supl. 1, 2013.

XU, Z.; GODBER, J. Antioxidant activities of major components of γ -oryzanol from rice bran using a linoleic acid model. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 78, n. 6, p. 645–649, 2001.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVALIA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, 2008.

ZAMBIAZI, R.C. Análise Físico Química de Alimentos. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL. SAS Institute. **System for Information**, v.8, p. 202, 2010.