



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
DOUTORADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



TESE

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO

Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *Tribolium castaneum***

CHRISTOPHER STALLONE DE ALMEIDA CRUZ

**CAMPINA GRANDE
PARAÍBA – BRASIL
2017**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *Tribolium castaneum***

CHRISTOPHER STALLONE DE ALMEIDA CRUZ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento as exigências para obtenção do Título de *Doctor Scientiae*

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO
DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

Orientadores: Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes

Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros

Campina Grande – PB

Fevereiro - 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
DOUTORADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA PROPOSTA DE TESE DE
DOUTORADO

CHRISTOPHER STALLONE DE ALMEIDA CRUZ

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *Tribolium castaneum*

BANCA EXAMINADORA:

PARECER:

Prof. Dr^a. Josivanda Palmeira Gomes
Orientadora UAEA/CTRN/UFCG

Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros
Orientador DAP/CCHSA/UFPB

Prof. Dr. Paulo Henrique Gonçalves Dias Diniz
Examinador Externo CCET/UFOB

Pesquisador Dr. Alexandre José Soares Miná
Examinador Externo DGTA/CCHSA/UFPB

Pesquisador Dr. Dalmo Marcello de Brito Primo
Examinador Interno UFCG

Prof. Dr. Alex da Silva Barbosa
Examinador Externo DAP/CCHSA/UFPB

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA
UFCG**

xxxxx

Cruz, Christopher Stallone de Almeida.

Características físico-químicas de farinhas armazenadas com e sem infestações do *Tribolium castaneum*

/ Christopher Stallone de Almeida Cruz. – Campina Grande, 2017.

xx f : il.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2017.

"Orientação: Prof^a. Dr^a. Josivanda Palmeira Gomes, Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros”.

Referências.

1. Olfatômetro 2. Cereais 3. Praga de produtos armazenados 4. Crescimento populacional de inseto 5. Caracterização centesimal

I. Gomes, Josivanda Palmeira.

II. Medeiros, Marcos Barros.

CDU xxx.xx.xx(xxx)

DEDICO,

Aos meus familiares, em especial minha filha (Lohranny Victória Galdino), que tiveram paciência com minha ausência física, mas mesmo assim me motivaram e deram força para concluir mais este passo na vida científica.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me concedeu o dom da vida e a sabedoria, caminhando sempre ao meu lado e me erguendo nos momentos mais difíceis, pois é Dele a minha vitória.

Aos meus, pais Ademar Anselmo da Cruz Filho e Girleide Almeida Baldi, pela educação que me propiciou em busca do caminho certo.

A minha irmã Thalia Almeida Baldi, pelo incentivo ao ensino.

Ao meu padrasto Fabiano Baldi, por ter me apoiado nos estudos deste a graduação.

Ao meu grande amigo, companheiro e professor orientador Marcos Barros de Medeiros, pela oportunidade de crescimento intelectual.

A minha orientadora, Josivanda Palmeira Gomes, minha amiga e “mãe”, que confiou e me incentivou bastante neste curso, dedico a minha eterna gratidão a esta grande conselheira.

A UFCG, pela oportunidade de concluir o Doutorado.

A UFPB, minha instituição de origem.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG, Área de Concentração em Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, pelos conhecimentos técnico-científicos repassados.

Aos amigos do curso de mestrado Luzia Marcia, Francinalva Cordeiro e Elisabete Picocó, Deise Castro e Jady Nunes, pessoas sem as quais seria bastante difícil terminar o curso de doutorado.

Aos meus novos amigos do Laboratório de Automação e Instrumentação em Química Analítica e Quimiometria - UFPB, Adenilton Camilo, David Douglas, Mayara Ferreira, Matheus Holanda, Paulo Diniz, Valber Elias em especial ao prof. Mário César que abriram as portas e ajudaram no desenvolvimento da tese na parte de quimiometria.

Aos amigos Helimarcos Nunes e Prof. Harley da Silva por abrir espaço no Laboratório de Fitoquímica e Síntese de Fármaco da UEPB, para elaboração de análise granulométrica.

Aos técnicos do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos – UEPB, Aline Pacheco, Isanna Menezes, Michely Suelleny, Thiago dos Santos e a Professora Eliane Rolim, por me ensinarem e acompanharem em todas as análises físico-químicas.

Aos amigos do Laboratório de Nutrição Animal e Análise Avançada de Alimentos – UFPB, Alex Ferreira, Jandeilson Gomes e Tec. Reutemann Alves, por ajudarem no desenvolvimento da análise de fibra total.

A minha amiga Janaína Soares, por ficar me cobrando a escrever a tese e artigos.

Aos meus colegas de pesquisa Edlene de Sousa e Dalmo Brito, por estarem comigo no laboratório grande parte da semana.

Aos meus amigos Cristiane Souza e em especial Fabricio Nascimento pela ajuda na elaboração da bomba de circulação de água e companheiro de todos os dias.

Ao meu amigo de apartamento Alessandro Lia e minha amiga “orientadora” Ana Sancha.

Aos secretários do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, nas pessoas de Cida e Gilson, pelo carinho com o qual resolvem nossos problemas e pelo auxílio prestado;

A Banca Examinadora, pelas valiosas sugestões.

A todos que não foram citados que de alguma forma contribuíram na construção desse sonho meus sinceros agradecimentos.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
RESUMO GERAL	1
ABSTRACT GENERAL	2
1. INTRODUÇÃO GERAL	4
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO I: PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i> A DIFERENTES FARINHAS	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
I.1. INTRODUÇÃO	10
I.2. MATERIAL E MÉTODOS	11
I.2.1. Local.....	11
I.2.2. Elaboração da dieta artificial.....	11
I.2.3. Criação e manutenção de população de <i>Tribolium castaneum</i>	12
I.2.4. Origem das farinhas.....	12
I.2.5. Teste de preferência alimentar.....	12
I.2.6. Análise estatística.....	13
I.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
I.4. CONCLUSÃO	20
I.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO II: TAXA INSTANTÂNEA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL DE <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i> EM DIFERENTES FARINHAS ALIMENTÍCIAS	24
RESUMO	25
ABSTRACT	26
II.1. INTRODUÇÃO	27
II.2. MATERIAL E MÉTODOS	29
II.2.1. Armazenamento dos substratos.....	29
II.2.2. Taxa instantânea de crescimento populacional de inseto.....	30
II.2.3. Análise estatística.....	30
II.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30

II.4. CONCLUSÃO.....	35
II.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ALIMENTÍCIAS SUBMETIDAS A ARMAZENAMENTO COM E SEM <i>TRIBOLIUM CASTANEUM</i>.....	39
RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
III.1. INTRODUÇÃO.....	42
III.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
III.2.1. Análises físico-químicas.....	44
III.2.1.1. Granulometria.....	44
III.2.1.2. Caracterização colorimétrica.....	44
III.2.1.3. Atividade de água.....	44
III.2.1.4. Teor de água (w _a).....	45
III.2.1.5. Cinzas.....	45
III.2.1.6. Potencial hidrogeniônico (pH).....	45
III.2.1.7. Proteína total.....	45
III.2.1.8. Lipídeos total.....	45
III.2.1.9. Acidez total titulável.....	46
III.2.1.10. Fibra total.....	46
III.2.1.11. Carboidratos totais.....	46
III.2.1.12. Valor calórico.....	46
III.2.1.13. Análise estatística.....	47
III.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
III.3.1. Interação composição físico-química x farinhas.....	47
III.3.1.1. Cinzas.....	48
III.3.1.2. Atividade de água (w _a).....	49
III.3.1.3. Teor de água.....	49
III.3.1.4. Lipídeos.....	50
III.3.1.5. Fibra.....	51
III.3.1.6. Proteína.....	52
III.3.1.7. Acidez.....	53
III.3.1.8. pH.....	53
III.3.1.9. Valor calórico.....	54
III.3.1.10. Carboidratos.....	54
III.3.1.11. Caracterização colorimétrica.....	55
III.3.2. Interação meses X composição físico-química das farinhas.....	55
III.4. CONCLUSÃO.....	64

III.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
APÊNDICE CAPÍTULO I.....	73
APÊNDICE CAPÍTULO II.....	75
APÊNDICE CAPÍTULO III.....	77

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela I.1.	Avaliação atrativa de adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a seis farinhas, durante cinco minutos de exposição.....	15
Tabela I.2.	Avaliação atrativa de adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a seis farinhas, durante 10 minutos de exposição.....	16
Tabela I.3.	Avaliação atrativa de adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a seis farinhas, durante 30 minutos de exposição.....	18
Tabela I.4.	Avaliação atrativa de adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a seis farinhas, durante 60 minutos de exposição.....	19
Tabela I.5.	Avaliação atrativa de adultos de <i>Tribolium castaneum</i> a seis farinhas, durante 90 minutos de exposição.....	19
Tabela II.1.	Avaliação da taxa de crescimento populacional de <i>Tribolium castaneum</i> após 30 dias de armazenamento em diferentes farinhas.....	31
Tabela II.2.	Avaliação da taxa de crescimento populacional de <i>Tribolium castaneum</i> após 60 dias de armazenamento em diferentes farinhas.....	32
Tabela II.3.	Avaliação da taxa de crescimento populacional de <i>Tribolium castaneum</i> após 90 dias de armazenamento em diferentes farinhas.....	33
Tabela II.4.	Avaliação da taxa de crescimento populacional de <i>Tribolium castaneum</i> após 120 dias de armazenamento em diferentes farinhas.....	34
Tabela II.5.	Avaliação da taxa de crescimento populacional de <i>Tribolium castaneum</i> após 150 dias de armazenamento em diferentes farinhas.....	35
Tabela III.1.	Composição físico-química das farinhas de milho, amendoim, arroz e dieta artificial em função do procedimento (infestado e não infestado com caruncho).....	47
Tabela III.2.	Médias das variáveis a* b* L* para cores das farinhas de milho, amendoim, arroz e dieta artificial em função do procedimento (infestado e não infestado com caruncho).....	55

Tabela III.3.	Características químicas de farinha de milho, amendoim, arroz e dieta artificial durante seis períodos de armazenamento.....	56
Tabela III.4.	Resultado da análise físico-química de farinha de milho, amendoim, arroz e dieta artificial durante seis períodos de estocagem.....	58
Tabela III.5.	Médias das variáveis a* b* L* para cores das farinhas de milho, amendoim, arroz e dieta artificial durante seis períodos de armazenagem.....	60

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro III.1. Análise granulométrica de farinha de arroz em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestada com <i>Tribolium castaneum</i> e não infestada).....	61
Quadro III.2. Análise granulométrica de farinha de milho em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestada com <i>Tribolium castaneum</i> e não infestada).....	62
Quadro III.3. Análise granulométrica de farinha de amendoim em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestada com <i>Tribolium castaneum</i> e não infestada).....	63
Quadro III.4. Análise granulométrica de farinha de dieta artificial em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestada com <i>Tribolium castaneum</i> e não infestada).....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AR	Amostras retidas
CV	Coefficiente de Variação
D.B.O.	Demanda Biológica de Oxigênio
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (do inglês: <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>)
GL	Graus de liberdade
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IU	Índice de uniformidade
LAPPA	Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas
MIP	Manejo Integrado de Pragas
N0	nº inicial de insetos
Nf	nº final de insetos vivos
P.M.A	Porcentagem Média de Atratividade
PE	Proporção esperada
PET	Polietileno Tereftalato
PO	Proporções observada
PVC	Policloreto de Polivinila
QM	Quadrado médio
ri	Taxa de crescimento populacional dos insetos
SQ	Soma de quadrado
VC	Coefficiente de variação
Δt	Variação do tempo de infestação
X²	Qui Quadrado

RESUMO GERAL

Visando a qualidade de farinhas armazenadas que estão susceptíveis ao ataque do *Tribolium castaneum*, este trabalho objetivou identificar três de seis farinhas mais atraentes ao caruncho vermelho, para em seguida serem armazenadas com e sem infestação de *T. castaneum* por cinco meses, e suas características físico-químicas avaliadas por método tradicional, além de determinar a taxa de crescimento populacional dos insetos (r_i). Inicialmente foi avaliada a preferência alimentar do *T. castaneum*, utilizando o teste com olfatômetro tipo X, quando foram distribuídos no centro da arena 20 adultos sexados e com idade definida (10 ± 2 dias) expostos as farinhas de arroz, amendoim, milho, soja, gergelim, trigo integral e, como controle, dieta artificial. Realizou-se cinco leituras aos 5, 10, 30, 60 e 90 minutos com quatro repetições e os dados submetidos ao teste estatístico não paramétrico Qui Quadrado (X^2) ($P \leq 0,05\%$) e a proporção média de atração das farinhas aos insetos foram calculados a partir da equação adaptada de Obeng-Ofori. As farinhas que obtiveram maior percentual atrativos no teste olfatômétrico aos carunchos, foram armazenadas por cinco meses e submetidas ou não à infestação do gorgulho. A cada 30 dias foi avaliada a taxa instantânea de crescimento populacional de inseto, através da contagem do número de indivíduos vivos em cada tempo. Para determinar a r_i foi utilizado a equação Walthall & Stark (1997) e realizado teste de hipótese Qui Quadrado (X^2) a $P \leq 0,05\%$. As farinhas foram expostas, com e sem infestação e armazenadas por 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias, quando a cada 30 dias foram realizadas as análises de granulometria, caracterização colorimétrica, atividade de água, teor de água, cinzas, pH, proteína total, lipídeos total, acidez total titulável, fibra total, carboidratos totais e valor calórico em triplicata. O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial $4 \times 2 \times 6$, representado por quatro farinhas, dois procedimentos e seis tempos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Para análise granulométrica foi realizado a percentagem retida em cada malha e encontrado o índice de uniformidade (IU). Os resultados permitiram concluir que: as farinhas de arroz, milho e amendoim proporcionaram maior atratividade ao *T. castaneum* em ambiente de arena olfatométrica; os insetos presentes na farinha de amendoim armazenada tenderam a extinção, a partir dos 120 dias de armazenamento, no entanto a dieta artificial seguida da farinha de milho proporcionaram o melhor taxa instantânea de crescimento populacional de inseto ao longo dos cinco meses; a presença da infestação dos insetos como também o tempo de armazenamento afetaram a composição centesimal das farinhas; ocorreu heterogeneidade na distribuição das partículas das farinhas nos dois procedimentos.

Palavras-chave: teste de atratividade, cereais, praga de produtos armazenados, infestação, composição centesimal.

ABSTRACT GENERAL

Aiming at the quality of stored flours that are susceptible to the attack of the *Tribolium castaneum*, this work aimed to identify three of six flours more attractive to the red willow, to be stored with and without infestation of *T. castaneum* for five months, and their physical characteristics - chemistry evaluated by traditional method, besides determining the population growth rate of the insects. Initially, the food preference of *T. castaneum* was evaluated using the type X olfactometer test, when 20 male and female adults (10 ± 2 days old) were exposed in the center of the arena exposed to rice, peanut, corn, soybean, sesame, whole wheat and, as a control, artificial diet. Readings five were performed at 5, 10, 30, 60 and 90 minutes with four replicates and the data submitted to the non-parametric Qui Square test (X^2) ($P \leq 0.05\%$) and the average attraction ratio of the flours to the insects were calculated from the equation adapted from Obeng-Ofori. The flours that obtained the highest percentage attractive in the test olfactometer to the carunchos, were stored for five months and submitted or not to infestation of the weevil. Every 30 days, the instantaneous rate of insect population growth (r_i) was evaluated by counting the number of living individuals at each time. To determine the r_i , the Walthall & Stark (1997) equation was used and the Qui Square (X^2) hypothesis test was performed at $P \leq 0.05\%$. The flours were exposed, with and without infestation and stored for 0, 30, 60, 90, 120 and 150 days, when the granulometry, colorimetric characterization, water activity, water content, ashes, pH, total protein, total lipids, titratable total acidity, total fiber, total carbohydrates and triplicate caloric value. The statistical design employed was the completely randomized with factorial arrangement $4 \times 2 \times 6$, represented by four flours, two procedures and six times. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test ($P \leq 0.05$). For particle size analysis, the percentage retained in each mesh was determined and found the uniformity index (UI). The results allowed to conclude that: rice, corn and peanut flours provided greater attractiveness to *T. castaneum* in olfactometric sand environment; the insects present in the stored peanut flour tended to extinction, from 120 days of storage, however the artificial diet followed by corn flour provided the best instantaneous rate of insect population growth over the five months; the presence of insect infestation as well as the storage time affected the centesimal composition of the flours; heterogeneity occurred in the distribution of the flour particles in the two procedures.

Keywords: Attractiveness test, cereals, pest of stored products, infestation, centesimal composition

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *TRIBOLIUM CASTANEUM***

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos dias de hoje existe imensa variedade de farinhas, como trigo, milho, amendoim, arroz. Mas, na comercialização estes produtos são empregados parâmetros de qualidade, estabelecidos para atender às especificações de cada farinha, exigidas pelos diferentes segmentos da cadeia produtora, tais como se o material está livre de impurezas, isento de ataques de insetos, bem como as características físico-químicas do produto devem estar de acordo com a sua destinação. Segundo a resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos nº 12, a qual define farinha, como o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados (BRASIL, 1978).

Para manter a qualidade dos cereais após a colheita e limpeza, é de fundamental importância na cadeia produtiva realizar o armazenamento seguro destes alimentos (TEMBA et al., 2017), o que propicia o período de tempo que o produto pode ficar estocado sem perda significativa na sua qualidade e quantidade, proporcionando condições desfavoráveis ao desenvolvimento de insetos, roedores e micro-organismos (BAILEY, 1974; JAYAS, 1995). Segundo Padín et al. (2002) os insetos, ácaros, roedores e fungos são os principais responsáveis pelas perdas qualitativas dos cereais armazenados, sendo o desenvolvimento desses organismos influenciado por fatores ambientais como temperatura e umidade. Visando essa problemática, que pode ocorrer no armazenamento inadequado dos cereais, e conseqüentemente prejudicando a saúde, nutrição e segurança dos consumidores, há a necessidade de realizar análises para conhecer a origem e qualidade destes alimentos para a alimentação humana e animal, sendo um dos principais fatores para sua comercialização a nível nacional e principalmente mundial (COZZOLINO, 2002).

O *Tribolium castaneum* (Herbst) é um inseto pertence à ordem coleóptera e família Tenebrionidae originário da Índia (PACHECO et al., 1995). Com o passar do tempo se disseminou para várias regiões do globo terrestre, sendo considerada praga secundária, isto é, não consegue atacar grãos íntegros, requerendo que os mesmos estejam danificados ou quebrados para deles se alimentarem e instalarem, ou mesmo quando o produto armazenado se encontra no estado de farinha ou farelo os quais se multiplicam rapidamente e causam prejuízos elevados ao homem (LORINI, 2007; 2009), provocando ao material infestado odor e sabor desagradável. De acordo com

pesquisas realizadas por Beeman (2003); Alencar et al. (2011); Iram et al. (2013) e Qasim et al. (2013), verificaram presença de *T. castaneum*, infestando farinhas armazenadas de amendoim, milho, trigo e arroz acondicionados em embalagens e silos fechados. Segundo Dal Bello & Padín (2006), esta praga é considerada de grande importância para produtos armazenados, por ser um inseto considerado cosmopolita e em curto período de tempo ter uma ampla distribuição nos materiais biológicos armazenados, podendo ser em silo, sacarias, entre outros, além de ser uma das primeiras espécies a aparecer em produtos recentemente colhidos e armazenados (LOECK, 2002).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a preferência alimentar e o crescimento populacional do *Tribolium castaneum*, submetidos a dietas de diferentes farinhas alimentícias e estudar o comportamento de suas características físico-químicas durante esse processo de armazenamento.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; FERREIRA, L. G.; COSTA, A. R.; PIMENTEL, M. A. G. Qualidade de milho armazenado e infestado por *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*. **REVENG - Revista Engenharia na Agricultura**, v. 19, n.1, pag. 9-18, 2011.

BAILEY, J. E. Whole grain storage. In: CHRISTENSEN, C. M. (Ed.). **Storage of cereal grains and their products**. Saint Paul: AACC, pag. 333-360, 1974.

BEEMAN, R. W. Distribution of the Medea factor M⁴ in populations of *Tribolium castaneum* (Herbst) in the United States. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, pag. 45-51, 2003.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), Resolução - CNNPA, nº 12, 75 pag., 1978.

COZZOLINO, D. Uso de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) en el analisis de alimentos para animales. **Agrociencia**, v. VI, nº 2, pag. 25-32, 2002.

DAL BELLO, G.; PADÍN, S. Olfatómetro simple para evaluar la actividad biológica de aleloquímicos vegetales en *Tribolium castaneum* HERBST (Coleoptera: Tenebrionidae). **Agrociencia**. v. 10, n. 2, pag. 23-26, 2006.

DEAVILLE, E. R., FLINN, P. C. Near infrared (NIR) spectroscopy: an alternative approach for the estimation of forage quality and voluntary intake. In: Forage Evaluation in Ruminant Nutrition (Eds. GIVENS, D. I.; OWEN, E.; AXFORD, R. F. E.; OMEDI, H. M.), **CABI**, pag. 301-320, 2000.

IRAM, N.; ARSHAD, M.; AKHTER, N. Evaluation of Botanical and Synthetic Insecticide for the Control of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **BioAssay**, v. 8, n. 3, pag. 1-10, 2013.

JAYAS, D. S. Mathematical modeling of heat, moisture, and gas transfer in stored grain ecosystems. In: JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. (Eds.). **Stored grain ecosystems**. New York: Marcel Dekker, pag. 527-567, 1995.

LOECK, A. E. Principais pragas que atacam produtos armazenados. In: LOECK, A. E. (ed.) **Pragas de produtos armazenados**. Pelotas: EGUFPEL, cap. 7, pag. 35-59, 2002.

LORINI, I. Armazenamento do Milho Safrinha. X Seminário Nacional de Milho Safrinha, **Anais.**, pag. 106-121, 2009.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 80 pag., 2007.

PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados – identificação e biologia**. Campinas, Fundação Cargill, 228 pag., 1995.

PADIN, S.; DAL BELLO, G.; FABRIZIA, M. Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. **Journal of Stored Products Research**. v. 38, pag. 69-74, 2002.

QASIM, M. U.; HASSAN, M. W.; WANG, JIN-JUN.; JAMIL, M.; IQBAL, J.; MANSOOR-UL-HASAN. Management of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) with Phosphine Fumigation in Relation to Packaging Materials and Food Types. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 45, n. 6, pag. 1639-1645, 2013.

TEMBA, M. C.; NJOBEH, P. B.; KAYITESI, E. Storage stability of maize-groundnut composite flours and an assessment of aflatoxin B1 and ochratoxin A contamination in flours and porridges, **Food Control**, v. 71, pag. 178-186, 2017

ZIEGLERA, J. U.; LEITENBERGERA, M.; LONGINB, C. F. H.; WÜRSCHUMB, T.; CARLEA, R.; SCHWEIGGERTA, R. M. Near-infrared reflectance spectroscopy for the rapid discrimination of kernels and flours of different wheat species. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 51, pag. 30–36, 2016.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *Tribolium castaneum***

**CAPÍTULO I
PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *TRIBOLIUM CASTANEUM* A
DIFERENTES FARINHAS**

CAPÍTULO I: PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *Tribolium castaneum* A DIFERENTES FARINHAS

RESUMO

A agricultura tem papel fundamental na segurança alimentar mundial, visto que estes alimentos estão expostos a ataques de inseto. A falta de conhecimento técnico sobre o comportamento de insetos, pragas de armazenamento, acarreta perdas acima de 20% da safra e conseqüentemente elevação nos valores dos produtos. Assim, objetivou-se avaliar a preferência alimentar do *Tribolium castaneum* em olfatômetro com quatro opções de escolha em arena olfatométrica à farinhas de amendoim, gergelim, milho, arroz, trigo integral e soja. A seleção alimentar foi avaliada por meio do teste olfatômetro de múltiplas escolhas. Foram liberados 20 insetos adultos na câmara central, e realizado cinco avaliações nos tempos 5, 10, 30, 60 e 90 minutos. Ao termino de cada intervalo de tempo foram contabilizados os números de insetos presentes em cada farinha de sua preferência. As farinhas de arroz, milho e amendoim proporcionaram maior atratividade ao *T. castaneum* em teste de arena, podendo servi como ferramenta para o manejo integrado de pragas.

Palavras-chave: cereais, praga de produto armazenado, olfatômetro, teste em arena.

CHAPTER I: PREFERENCE FOOD OF *TRIBOLIUM* *CASTANEUM* TO DIFFERENT FLOUR

ABSTRACT

Agriculture plays a key role in global food security, as these foods are exposed to insect attacks. The lack of technical knowledge about the behavior of insects, pests of storage, causes losses over 20% of the harvest and consequently increase in the values of the products. The objective of this study was to evaluate the food preference of the *Tribolium castaneum* in olfactometer with four options of olfactometric selection of peanut, sesame, corn, rice, whole wheat and soybean flours. The food selection was evaluated using the multiple choice olfactometer test. Twenty adult insects were released in the central chamber, and five evaluations were performed at times 5, 10, 30, 60 and 90 minutes. At the end of each time interval were counted the numbers of insects present in each flour of their choice. The rice, corn and peanut flours provided greater attractiveness to *T. castaneum* in the sand test, and could serve as a tool for integrated pest management.

Keywords: Cereals, pest of stored product, olfactometer, test in arena,

I.1. INTRODUÇÃO

É notória que as farinhas vêm ganhando espaço no mercado consumidor, motivo pelo qual estes produtos apresentam excelente qualidade na conservação por curtos ou longos períodos, por conter baixo teor de umidade (VELTHEM & KATZ, 2012). Estes produtos oferecem várias vantagens, além de agregar maior valor comercial são de fácil consumo *in natura*.

O armazenamento adequado propicia a manutenção das características qualitativas dos produtos biológico, podendo ser armazenados por longos períodos. Em regiões tropicais ou subtropicais, com altas temperaturas e umidade relativa do ar, favorecem a proliferação de insetos-praga que infestam produtos nos armazéns em busca de alimentos, proporcionando perdas quantitativas, como redução de peso e qualitativas, como contaminações por presença de dejetos, diminuição do valor nutricional, desvalorização comercial e perda das propriedades industriais, além do real prejuízo causado por sua atividade alimentar (WHITE, 1992; BRACCINI & PIKANÇO, 1995; MIRANDA et al., 2002; PHILLIPS & THRONE, 2010). Para Nansen et al., (2009) um espaço abastecido com cereais é ambiente adequado para infestação por vários insetos de produtos armazenados, por proporcionar fonte de alimento ilimitado.

O estudo sobre a ecologia de pragas de produtos armazenados é importante para reduzir os danos e conseqüentemente minimizar os preços dos cereais até a mesa do consumidor (NANSEN et al., 2009). Pesquisadores para estudar sobre comportamento de insetos utilizam o teste olfátometro, podendo obter informações sobre: aspectos de orientação em busca de alimento pelo odor, tempo de voo, busca por acasalamento utilizando feromônios artificiais ou naturais, preferência alimentar, etc. O teste de olfatometria basicamente tem duas respostas, sendo atração (resposta positiva) ou repelência (resposta negativa), descrevendo as respostas locomotoras a estímulos que resultam na diminuição ou aumento, respectivamente, da distância entre o organismo ou alimento receptor e o emissor da mensagem. No caso de estímulos olfativos, a atração geralmente resulta na localização da fonte emissora, enquanto que a repulsão resulta no afastamento do organismo receptor (DICKE & SABELIS, 1988). De acordo com Baker & Carde (1984) a técnica com olfatometria para avaliar respostas de orientação de insetos por fonte de odor é eficiente. Trabalho desenvolvido por Zaspel et al. (2016)

testaram a preferência olfativa da traça das frutas (Lepidoptera: Erebididae) entre três frutas e observaram o comportamento seletivo para fonte alimentar.

Em farinhas e grãos armazenados é bastante conhecido os carunchos ou gorgulhos insetos pertencentes à ordem dos Coleópteros, estes animais por ficarem normalmente dentro da massa de cereais com pouca ou sem luminosidade, utilizam o olfato para detectar e localizar seu alimento, além de utilizar do voo para infestar outros ambientes. Engsonia et al. (2008) afirmam que grande parte de pragas de produtos armazenados utilizam o olfato para localizar o alimento. Campbel et al. (2010) realizaram trabalho utilizando feromônio para captura de *Tribolium castaneum* em moinhos. Nesse sentido, é notória a importância de pesquisas que forneçam informações relevantes sobre o comportamento do inseto para estratégias que visem o manejo integrado de pragas (SOUZA et al., 2012). Diante do exposto, objetivou-se avaliar a preferência alimentar do *T. castaneum* exposto às farinhas de amendoim, gergelim, milho, arroz, trigo integral e soja.

I.2. MATERIAL E MÉTODOS

I.2.1. Local

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

I.2.2. Elaboração da dieta artificial

Foi elaborada uma dieta artificial adaptada de Macedo et al. (2008) contendo os seguintes ingredientes: 33,08% de açúcar mascavo; 38,59% de farinha de trigo integral (*Triticum* sp.); 27,56% de levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) e 0,77% de benzoato de sódio, estes produtos foram escolhidos por melhor se adequarem às necessidades alimentares dos besouros vermelhos.

I.2.3. Criação e manutenção de população de *Tribolium castaneum*

A criação dos *T. castaneum* (Apêndice A.I.1) foi obtida de uma população inicial pertencente ao LAPPA. Inicialmente foram adquiridos em média 400 insetos adultos não sexados e sem idade definida, que serviram para procriação de novos indivíduos (geração F1) com idade e sexo determinados. Os insetos foram acondicionados em cinco frascos plásticos, cada unidade com 25 cm de comprimento por 15 cm de diâmetro e capacidade de 2 litros. Foram distribuídos 200 indivíduos (100 fêmeas e 100 machos) adultos para 400 g de dieta artificial por bandeja e mantidos em câmara de Demanda Biológica de Oxigênio (D.B.O.) com temperatura 31 ± 1 °C e umidade de $70 \pm 3\%$ controladas. As tampas dos recipientes foram substituídas por um tecido de cor branca tipo *voil*, o que permitiu as trocas gasosas e impediu a infestação cruzada, bem como a fuga dos insetos. As bordas dos potes plásticos foram presas por elásticos, para prender a tela a se mesmo. Ao término de 24 h, período que ocorreu a cópula e ovipostura dos *T. castaneum*, foram retirados todos os insetos adultos dos recipientes utilizando peneira de malha 0,75 mm de espessura, permanecendo apenas a alimentação (substrato) com as oviposturas, para obtenção de uma nova população de insetos com idade determinada. As manutenções das criações foram realizadas semanalmente, para evitar a presença de ácaros, parasitoides e fungos.

I.2.4. Origem das farinhas

As farinhas de trigo integral (*Triticum sp. L.*), soja (*Glycine max L.*), arroz (*Oryza sativa L.*), amendoim (*Arachis hypogaea L.*), milho (*Zea mays L.*) e gergelim (*Sesamum indicum L.*) foram adquiridas em uma casa de produtos naturais, situada na feira central de Campina Grande - PB. Já a dieta artificial foi elaborada em laboratório como descrito no item I.2.2.

I.2.5. Teste de preferência alimentar

Para determinar a Porcentagem Média de Atratividade (P.M.A.) dos *T. castaneum* expostos às farinhas de trigo integral, soja, arroz, amendoim, milho, gergelim e dieta artificial (controle), foram utilizados 8 olfatômetros (arenas) horizontal

com quatro vias a curta distância, constituídas cada uma por quatro câmaras de estímulo teste e um espaço central de decisão (VET et al., 1983). Suas dimensões eram compostas por 11 cm de comprimento, 8 cm de largura e 4,5 cm de altura. A tampa de cada câmara foi perfurada na parte superior para facilitar a entrada de fluxo de ar. As ligações entre a câmara de escolha e as de odores foram interligadas simetricamente por meio de mangueiras transparentes com 12,5 cm de diâmetro, formando um X (Apêndice A.I.2 e A.I.3). Em cada câmara de estímulo foram distribuídas 10 g das farinhas avaliadas, sendo que nas primeiras quatro arenas foram utilizados trigo integral, soja, arroz e controle (dieta artificial) e nas outras quatro amendoim, milho, gergelim e testemunha (dieta artificial). No campo de decisão foram liberados 20 insetos adultos sexados, sendo 10 fêmeas e 10 machos submetidos a jejum por 48 h e com aproximadamente 10 ± 2 dias de vida. A cada 5, 10, 30, 60 e 90 min foi realizada leitura, contando o número de insetos presente em cada câmara e avaliando as três farinhas que proporcionaram melhor atratividade entre os seis produtos em estudos.

I.2.6. Análise estatística

O trabalho foi realizado com quatro repetições, cinco intervalos de tempo (5, 10, 30, 60 e 90 min) e sete farinhas (trigo integral, soja, arroz, amendoim, milho, gergelim e dieta artificial). Os dados obtidos no final dos procedimentos experimentais foram transformados em porcentagem (%) e submetidos ao teste estatístico não paramétrico Qui Quadrado (χ^2) a 95% de nível de confiança e o percentual médio de atração dos produtos aos insetos foram calculados a partir da equação adaptada de Obeng-Ofori (1995).

$$PMA = 100 \times \left[1 - \frac{(NC - NT)}{(NC + NT)} \right] \quad (1)$$

onde:

PMA - Porcentagem média de atratividade;
NC - Total de insetos atraídos na testemunha;
NT - Total de insetos atraídos em cada tratamento.

I.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A olfação representa uma das principais interfaces entre o inseto e o ambiente, os carunchos utilizam este sentido para detectar estímulos que fornecem-lhe informações sobre alimentos, predadores e potenciais companheiros (ENGSONTIA et al., 2008). Percebe-se no intervalo de 5 min (Tabela I.1) as farinhas de trigo integral e soja foram mais atraentes quando analisado a Porcentagem média de atratividade (PMA) pelo teste de Obeng-Ofori, (1995). No entanto quando as mesmas foram comparadas pelo teste de hipótese Qui quadrado (χ^2), nota-se diferença estatística, sendo o trigo mais atraente, seguido do controle (dieta artificial). Trabalho desenvolvido por Belchol et al., (2007), realizaram teste de preferência alimentar com o *Tribolium castaneum*, exposto as farinhas de soja, trigo e milho, e observou menor atratividade para a farinha de soja, sendo o substrato mais atraente foi a farinha de milho. O *T. castaneum* usa vários receptores olfativos para localizar a farinha em que vai infestar (ENGSONTIA et al., 2008). Trabalho realizado por Andersson et al., (2013) identificou 11 genes completos, que provavelmente são os mais importantes para o receptor olfativo.

O valor do X^2 apresentou-se alto (89,20) para o tratamento controle (Tabela I.1), pois as frequências observadas foram maiores em comparação as esperadas, chegando quase ao triplo da Proporção Esperada (PE). Isto representa que o tratamento com uso de dieta artificial é superior a todas as farinhas utilizadas quando avaliado a atratividade dos *T. castaneum*, sendo a principal ferramenta de atração destes animais em laboratório.

Para os tratamentos arroz ($X^2 = 4,59$) e soja ($X^2 = 2,78$), o valor do X^2 calculado, foi menor que o X^2 tabelado (7,815), então aceita-se a hipótese nula, ou seja, não há diferença estatística entre as proporções observada (PO) e PE. Portanto, não há atratividade ou repelência entre as farinhas. Já as demais farinhas rejeitam-se a hipótese nula, pois apresentou valor do X^2 calculado $>$ ou $= X^2$ tabelado. No entanto a farinha de amendoim para o PMA foi de 0% (Tabela I.1), sendo considerada uma farinha não atraentes para os carunchos vermelho.

Tabela I.1- Avaliação atrativa de adultos de *Tribolium castaneum* a seis farinhas, durante cinco minutos de exposição

Tratamento	PMA %	PO %	PE %	X ²
Amendoim	0,00	0,00	25,00	25,00
Arroz	2,60	14,29	25,00	4,59
Trigo	7,60	42,86	25,00	12,76
Controle	-	42,86	25,00	12,76
Total	-	100,00	100,00	55,10
Soja	7,69	16,67	25,00	2,78
Milho	2,63	5,56	25,00	15,12
Gergelim	2,63	5,56	25,00	15,12
Controle	-	72,22	25,00	89,20
Total	-	100,00	100,00	122,22

PMA = Porcentagem média de atratividade (teste de Obeng-Ofori, 1995); PO = Proporção Observada; PE = Proporção Esperada; X² = Valor do Qui Quadrado; Valor crítico de Qui Quadrado (X²_c) tabelado = 7,815; Teste Qui Quadrado (P ≤ 0,05); Graus de liberdade = 3.

Na Tabela I.2 estão os dados relacionados à atração do caruncho as farinhas de amendoim, arroz, trigo, soja, milho, gergelim e controle (dieta artificial) exportas ao teste de arena com chance de escolha aos 10 min. Podemos observa na tabela I.2, que a maior PMA foi obtido para farinha de amendoim seguido da farinha de milho. Quando observado a PO notamos maior atratividade para o tratamento controle (52,94%), como esperado (Tabela I.2). No entanto o tratamento amendoim e milho, continuou mais atraente em comparação aos demais tratamentos. Este resultado corrobora com o trabalho desenvolvido por Trematerra et al., (2015) no qual utilizou arenas olfativas, e observou maior atratividade dos *Sitophilus zeamais* e *T. castaneum* aos grãos de milho. Como também Roberto et al., (2016) realizou o controle do *T. castaneum* em massa de amendoim armazenada em recipiente de Policloreto de polivinila (PVC). Indicando que o caruncho vermelho ataca vários tipos de farinhas, incluído a sua preferência por amendoim, como observado no trabalho de Rajput et al., (2016) que identificou danos significativos do besouro vermelho em amendoim.

Trabalho realizado por Arnold et al., (2016) verificou que os insetos quando não estimulados pelo odor, utilizam o estímulo visual, sendo atraídos pela cor preta ou escura, isto pode ter ocorrido para a farinha de amendoim, pois a pesquisa foi desenvolvida exposto a luz do sol. Arnold et al., (2016) observou em seu trabalho que estímulo (visual e olfatório) são utilizados na localização dos alimentos provavelmente dependendo da intensidade de estímulos e estado motivacional do inseto.

Na literatura podemos encontrar vários autores (LONGSTAFF, 1995; REES, 1996; OLIVEIRA et al., 2003; SHAFIQUE et al., 2006; OPIT et al., 2012; SARWAR, 2015) que citam que a farinha de trigo é um dos principais produtos atrativos para o *T. castaneum*, no entanto, a farinha de trigo integral, proporcionou 0% de atratividade (Tabela I.2) e quando observamos a Proporção Observada (PO) pelo teste Qui quadrado aos 30 minutos na Tabela I.3 novamente é representado pelo menor valor atrativo em relação a PE das seis farinhas e dieta artificial. Este resultado demonstra que o caruncho da farinha prefere outros tipos de farinhas quando disponíveis ao seu redor, podendo ser utilizado como alimento, local de oviposição, esconderijo, etc.

Quando observado o X^2 calculado na Tabela I.2, nota-se que as farinhas de arroz (0,78), dieta artificial ou controle (0,78) e milho (4,24), tiveram o valor abaixo do X^2_c (7,815) tabelado. Isto porque as PO são muito próximas às esperadas, então o valor tende a ser pequeno. Mas, quando as divergências são grandes entre a PO e PE, consequentemente o valor do X^2 calculado assume valores altos.

Tabela I.2- Avaliação atrativa de adultos de *Tribolium castaneum* a seis farinhas, durante 10 minutos de exposição

Tratamento	PMA %	PO %	PE %	X^2
Amendoim	18,67	41,18	25,00	10,47
Arroz	13,70	29,41	25,00	0,78
Trigo	0,00	0,00	25,00	25,00
Controle	-	29,41	25,00	0,78
Total	-	100,00	100,00	37,02
Soja	2,74	5,88	25,00	14,62
Milho	15,39	35,29	25,00	4,24
Gergelim	2,74	5,88	25,00	14,62
Controle	-	52,94	25,00	31,23
Total	-	100,00	100,00	64,71

PMA = Porcentagem média de atratividade (teste de Obeng-Ofori, 1995); PO = Proporção Observada; PE = Proporção Esperada; X^2 = Valor do Qui Quadrado; Valor crítico de Qui Quadrado (X^2_c) tabelado = 7,815; Teste Qui Quadrado ($P \leq 0,05$); Graus de liberdade = 3.

Percebe-se uma maior PMA nas farinhas de arroz (36,14%) seguida de amendoim (24,62%) para o intervalo de tempo de 30 minutos (Tabela I.3), no entanto a PO está quase equidistante da PE, significando que a farinha de amendoim continua sendo uma farinha atrativa, quando avaliado estatisticamente. Porém quando avaliado a PO e PE, as farinhas que proporcionaram maior atração aos *T. castaneum* foram arroz e

milho, e menos aceita pelos insetos farinha de soja. Estes resultados corroboram com os encontrados por Belchol et al., (2007) no qual a farinha de milho é o seu substrato usual e a farinha de soja oferece pouca atratividade, porém os mesmos se adaptam a diferentes situações de disponibilidade alimentar, e assim ocorrendo a aceitabilidade da farinha, isto pode ter ocorrido por que a farinha de arroz estava com a sua granulometria menor que as demais (trigo, soja, milho, amendoim e gergelim), isto pode ter provocado maior exalação do aroma na areia e conseqüentemente provocado sua atração, além de ser um substrato frequentemente infestado por estas pragas em armazéns de produtos agrícolas.

Ainda é precário estudos referentes a preferência alimentar de pragas de produtos armazenados em condições de laboratório (NANSEN et al., 2009). No entanto trabalho desenvolvido por Zaspel et al., (2016) testaram a atração por olfátmetro da *Calyptra lata* (Butler, 1881) a cereja, ameixa e framboesa e observou que a mariposa demonstra comportamento polífaga seletiva ao procurar apenas a framboesa como alimento. De acordo com Zaspel et al., (2016) o olfato desempenha um papel significativo para *C. lata* em busca de hospedeiro. Nadeem et al., (2011) realizou teste de preferência com *T. castaneum* utilizando vários genótipos de arroz, e observou melhor resultado na variedade Basmati-370. Estes resultados positivos indica a importância de desenvolver mais trabalhos sobre preferência alimentar, para auxiliar em trabalhos sobre melhoramento genético, planejamento para Manejo Integrado de Praga (MIP), etc., aparte da elaboração de mapas de risco, servindo como ferramenta para investigar a densidade de insetos presente em farinhas mais atrativas, além de diminuir as perdas de produtos armazenados por ataques de insetos.

Nota-se que o percentual atrativo para farinha de trigo para o tempo de 30 minutos ainda permaneceu baixo do esperado (Tabela I.3), porém, o que proporcionou menor PMA foi a farinha de soja, apresentando um aumento de 2,89% em comparação ao tempo de 10 min. As farinhas de trigo e dieta artificial foram as que tiveram o X^2 mais elevados, motivo no qual a PO está muito distante da PE que é de 25%.

Tabela I.3 - Avaliação atrativa de adultos de *Tribolium castaneum* a seis farinhas, durante 30 minutos de exposição

Tratamento	PMA %	PO %	PE %	X ²
Amendoim	24,62	24,24	25,00	0,02
Arroz	36,14	39,39	25,00	8,29
Trigo	6,78	6,06	25,00	14,35
Controle	-	30,30	25,00	1,12
Total	-	100,00	100,00	23,78
Soja	5,63	9,52	25,00	9,58
Milho	16,00	28,57	25,00	0,51
Gergelim	8,33	14,29	25,00	4,59
Controle	-	47,62	25,00	20,46
Total	-	100,00	100,00	35,15

PMA = Porcentagem média de atratividade (teste de Obeng-Ofori, 1995); PO = Proporção Observada; PE = Proporção Esperada; X² = Valor do Qui Quadrado; Valor crítico de Qui Quadrado (X²_c) tabelado = 7,815; Teste Qui Quadrado (P ≤ 0,05); Graus de liberdade = 3.

Os resultados para PMA na Tabela I.4 para a farinha de soja foi de 0%, sendo uma farinha não atrativa para estes insetos, porem a farinha de arroz, amendoim e milho são as preferenciais dos carunchos quando avaliado a sua atratividade em arena, no entanto, a farinha de milho foi a mais atrativa quando analisado a PO, representando 36,84%. Percebe-se que a atratividade das farinhas citadas anteriormente tende a crescer ao longo do tempo de avaliação. Esta atração ocorre, porque os *T. castaneum* utilizam vários receptores olfativos para seleção do alimento mais atraente ao seu redor, podendo ficar dentro de uma determinada farinha até encontrar outra de sua preferência (ENGSONTIA et al., 2008). Caso não encontre uma farinha de sua preferência, o mesmo permanece infestando a farinha disponível para poder manter sua sobrevivência.

Este resultado indica que as farinhas de amendoim, arroz e milho podem ser utilizadas para o MIP. Segundo Souza et al., (2012) ao realizar estudo seletivo de substratos com *Sitophilus oryzae*, concluíram que é de extrema importância utilizarem estes resultados para contribuição na implementação de novas estratégias que visem o manejo integrado dessa espécie.

Tabela I.4 - Avaliação atrativa de adultos de *Tribolium castaneum* a seis farinhas, durante 60 minutos de exposição

Tratamento	PMA %	PO %	PE %	X ²
Amendoim	36,07	26,83	25,00	0,13
Arroz	43,75	34,15	25,00	3,35
Trigo	18,18	12,20	25,00	6,56
Controle	-	26,83	25,00	0,13
Total	-	100,00	100,00	10,17
Soja	0,00	0,00	25,00	25,00
Milho	38,36	36,84	25,00	5,61
Gergelim	21,21	18,42	25,00	1,73
Controle	-	44,74	25,00	15,58
Total	-	100,00	100,00	47,92

PMA = Porcentagem média de atratividade (teste de Obeng-Ofori, 1995); PO = Proporção Observada; PE = Proporção Esperada; X² = Valor do Qui Quadrado; Valor crítico de Qui Quadrado (X²_c) tabelado = 7,815; Teste Qui Quadrado (P ≤ 0,05); Graus de liberdade = 3.

Observa-se que as farinhas de amendoim e trigo foram equivalentes para o PMA. Entre os tratamentos estudados a farinha de arroz se destacou apresentando 60,61% de atratividade aos insetos, seguido do milho (Tabela I.5). Quando avaliado o PO a farinha de arroz sobre sai entre os tratamentos de farinha, ficando abaixo apenas da dieta artificial.

Tabela I.5 - Avaliação atrativa de adultos de *Tribolium castaneum* a seis farinhas, durante 90 minutos de exposição

Tratamento	PMA %	PO %	PE %	X ²
Amendoim	26,42	15,56	25,00	3,57
Arroz	60,61	44,44	25,00	15,12
Trigo	26,42	15,56	25,00	3,57
Controle	-	24,44	25,00	0,01
Total	-	100,00	100,00	22,27
Soja	6,67	4,65	25,00	16,56
Milho	43,24	37,21	25,00	5,96
Gergelim	12,90	9,30	25,00	9,86
Controle	-	48,84	25,00	22,73
Total	-	100,00	100,00	55,11

PMA = Porcentagem média de atratividade (teste de Obeng-Ofori, 1995); PO = Proporção Observada; PE = Proporção Esperada; X² = Valor do Qui Quadrado; Valor crítico de Qui Quadrado (X²_c) tabelado = 7,815; Teste Qui Quadrado (P ≤ 0,05); Graus de liberdade = 3.

Ao analisar os tempos iniciais, observasse que a farinha de milho apresentou uma menor frequência de procura, motivo no qual os insetos podem está indeciso na

escolha do substrato ou porque o mesmo levou um pequeno tempo para se adequar a farinha, mas ao longo do tempo a procura tendeu a crescer. De acordo com Singh & Mccain (1963); Veiga (1969); Parra (1991) a farinha de milho contém semioquímicos que podem influenciar no comportamento de escolha dos insetos.

Estudo relacionado à preferência alimentar de *T. castaneum* é de grande importância para a implantação de programa de manejo integrado de pragas em unidades infestadas por carunchos de farinha (PINTO JUNIOR et al., 2005). Aparte de testes de preferência alimentar pode-se realizar estudos para determinar os locais que necessitam de maior atenção sanitária, além de planejar estratégias para prevenção de infestações (PINTO JUNIOR et al., 2005). De acordo com Semeao et al., (2011) os adultos de *T. castaneum* e *Tribolium confusum* são atraídos por região escuras, sendo uma ideia para elaboração de armadilhas com farinhas mais atrativas para captura de adultos em unidade armazenadora e em seguida verificar o nível de infestação para realizar a melhor medida de controle. Trabalho realizado por Pinto Junior et al., (2005) desenvolveu armadilhas utilizando isca alimentar, composta por uma mistura de grãos de milho, trigo, quirera de milho e germe de trigo na proporção 1:1:1:1/2 para captura de *Sitophilus zeamais*, *Carpophilus* sp., *Cryptolestes ferrugineus*, *Gnathocerus cornutus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* e *Liposcelis* sp. e obtiveram bons resultados.

I.4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se afirmar que:

1. As farinhas de arroz, milho e amendoim proporcionaram maior atratividade ao *T. castaneum* em ambiente de arena olfatométrica;
2. As farinhas de arroz, milho e amendoim podem ser utilizadas na formulação de dietas iscas para captura de adultos em unidades armazenadoras;
3. Instalações de armazenamento contendo farinha de arroz, milho e amendoim podem ser mais susceptíveis a ataque do *T. castaneum*, por proporcionarem maior atração aos insetos;
4. As farinhas mais atrativas, podem servir de ferramenta para o MIP de produtos armazenados.

I.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, M. N.; GROSSE-WILDE, E.; KEELING, C. I.; BENGTSSON, J. M.; YUEN, M. MS.; LI, M.; HILLBUR, Y.; BOHLMANN, J.; HANSSON, B. S.; SCHLYTER, F. Antennal transcriptome analysis of the chemosensory gene families in the tree killing bark beetles, *Ips typographus* and *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). **Bio Med Central Genomics**, v. 14, n. 198, pag. 1-16, 2013.

ARNOLD, S. E. J.; STEVENSON, P. C.; BELMAIN, S. R. Shades of yellow: interactive effects of visual and odour cues in a pest beetle. **PeerJ**, v. 4, n. 2219, pag. 1-21, 2016.

BAKER, T. C.; CARDE, R. T. Techniques for behavioral bioassays. In: **Techniques in Pheromone Research**, eds Hummel, H. E.; Miller, T. A. pag. 45-73, Springer-Verlag, New York. 1984.

BELCHOL, F. S.; TEIXEIRA, I. R. V. Preferência alimentar, performance e aceitabilidade de *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) na farinha de soja integral, **Revista Analytica**, n. 28, pag. 38-41, 2007.

BRACCINI, A. L.; PICANÇO, M. Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 20, pag. 37-43, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. **A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**, 75 pag., 1978.

CAMPBELL, J. F., TOEWS, M. D., ARTHUR, F. H., ARBOGAST, R. T. Long term monitoring of *Tribolium castaneum* in two flour mills: seasonal patterns and impact of fumigation. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 3, pag. 991-1001, 2010.

DICKE, M.; SABELIS, M. W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 38, n. 2-4, pag. 148-165, 1988.

ENGSONTIA, P.; SANDERSON, A. P.; COBB, M.; WALDENB, K. K. O.; ROBERTSONB, H. M.; BROWNA, S. The red flour beetle's large nose: An expanded odorant receptor gene family in *Tribolium castaneum*. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 38, pag. 387-397, 2008.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Food outlook: Biannual report on global food markets**, Outubro, 139 pag., 2016.

LONGSTAFF, B. C. An experimental study of the influence of food quality and population density on the demographic performance of *Tribolium castaneum* (Herbst.). **Journal of Stored Products Research**. v. 31, n. 2, pag. 123-129, 1995.

MIRANDA, J. E., TOSCANO L. C.; FERNANDES, M. G. Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* à *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 28, pag. 571-576, 2002.

NADEEM, S.; HAMED, M.; SHAFIQUE, M. Feeding preference and developmental period of some storage insect species in rice products Pakistan. **Journal of Zoology**, v. 41, n. 1, pag. 79-83, 2011.

NANSEN, C.; FLINN, P.; HAGSTRUM, D.; TOEWS, M. D.; MEIKLE, W. G. Interspecific associations among stored-grain beetles. **Journal of Stored Products Research**, v. 45, pag. 254–260, 2009.

OBENG-OFORI, D. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 77, pag. 133-139, 1995.

OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; AGUIAR, R. W. S.; FARONI, L. R. D. Dispersão de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) em trigo armazenado. **Bioscience Journal**, v. 19, n. 3, pag. 51-57, 2003.

OPIT, G. P.; PHILLIPS, T. W.; AIKINS, M. J.; HASAN, M. M. Phosphine resistance in *Tribolium castaneum* and *Rhyzopertha dominica* from stored wheat in Oklahoma. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 4, pag. 1107-1114, 2012.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimento por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, cap. 2, pag. 9-65, 1991.

PHILLIPS, T. W.; THRONE, J. E. Biorational approaches to managing stored-product insects. **Annual review of entomology**, v. 55, n. 1, pag. 375 -397, 2010.

PINTO JUNIOR, A. R.; CERUTI, F.; WEBER, S. H. Monitoramento de insetos em estrutura armazenadora através de armadilha com atrativo alimentar localizada fora dos silos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.3, n. 1, pag. 35-41, 2005.

RAJPUT, L. B.; GILAL, A. A.; BUKERO, A.; MAGSI, F. H.; MASTOI, M. I.; MOHI-UD-DIN, I. Population fluctuation and damage potential of red flour beetle on different dry fruits under laboratory conditions. **Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 12, pag. 202-204, 2016.

REES, D. P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (Ed.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, Bhadriraju Subramanyam, 432 pag., 1996.

ROBERTO, M. A.; ALENCAR, E. R.; FERREIRA, W. F. S.; MENDONÇA, M. A.; ALVES, H. Saturação do ozônio em coluna contendo grãos de amendoim e efeito na qualidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, pag. 1-8, 2016.

SARWAR, M. Categorization of some advanced local wheat lines against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **International Journal of Life Science and Engineering**, v. 1, n. 3, pag. 108-113, 2015.

SEMEAO, A. A.; CAMPBELL, J. F.; WHITWORTH, R. J.; SLODERBECK, P. E. Response of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* adults to vertical black shapes and its potential to improve trap capture. **Journal of Stored Products Research**, v. 47, pag. 88-94, 2011.

SHAFIQUE, M.; AHMAD, M.; CHAUDRY, M. A. Feeding Preference and Development of *Tribolium castaneum* (Herbst.) in Wheat Products. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 38, n. 1, pag. 27-31, 2006.

SINGH, S. R.; MCCAIN, F. S. Relationship of some nutritional properties of the corn kernel to weevil infestation. **Crop Science**, v.3, pag. 259-261, 1963.

SOUZA, A. R.; SILVA, T. M.; SANTOS, J. F. L.; PREZOTO, F. Seleção e desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) em três substratos. **Magistra**, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, v. 24, n. 2, pag. 160-163, 2012.

TREMATERRA, P.; IANIRO, R.; ATHANASSIOU, C. G.; KAVALLIERATOS, N. G. Behavioral interactions between *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*: the first colonizer matters. **Journal of Pest Science**. v. 88, n. 3, pag. 573-581, 2015.

VELTHEM, L. H. V.; KATZ, E. A 'farinha especial': fabricação e percepção de um produto da agricultura familiar no vale do rio Juruá, Acre. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série: Ciências Humanas, v. 7, n. 2, pag. 435-456, 2012.

VET, L. E. M.; LENTEREN, J. C. VAN; HEYMANS, M.; MEELIS, E. An airflow olfactometer for measuring olfactory responses of hymenopterous parasitoids and other small insects. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 8, pag. 97-106, 1983.

WHITE, N. D. G. A multidisciplinary approach to stored-grain research. **Journal of Stored Products Research**, v. 28, pag. 127-137, 1992.

ZASPEL, J. M.; KONONENKO, V. S.; IGNEILL, R.; HILL, S. R. Host-Related olfactory Behavior in a Fruit-Piercing Moth (Lepidoptera: Erebididae) in Far Eastern Russia. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, pag. 1-6, 2016.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *TRIBOLIUM CASTANEUM***

APÍTULO II

**TAXA INSTANTÂNEA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL DE
TRIBOLIUM CASTANEUM EM DIFERENTES FARINHAS ALIMENTÍCIAS**

**CAPÍTULO II: TAXA INSTANTÂNEA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL
DE *TRIBOLIUM CASTANEUM* EM DIFERENTES FARINHAS
ALIMENTÍCIAS**

RESUMO

As farinhas originárias de cereais são comercializadas em todo o mundo, porém seu valor comercial é afetado quando ocorre uma densidade populacional de insetos acima do nível de controle, acarretando prejuízos e conseqüentemente elevações nos preços. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a taxa instantânea de crescimento populacional de *T. castaneum*, criados em farinha de milho, amendoim, arroz e dieta artificial durante cinco meses de armazenamento. O armazenamento das farinhas foi realizado no LAPPA, quando foram utilizados 20 insetos adultos, sendo 10 fêmeas e 10 machos com 10 ± 2 dias de vida. Para simular a unidade armazenadora foi utilizado recipiente PET com capacidade de 500 mL, em seguida distribuídos 350 g de cada substrato com a infestação dos insetos. A cada 30 dias foram realizadas as contagens dos indivíduos vivos, nas fases de larva, pupa e adultos. Foram amostrados um recipiente de criação por vez para cada mês avaliado, com a contagem total do número de indivíduos vivos existentes no dia. Ao término do experimento podemos concluir que a dieta artificial seguida da farinha de milho proporcionaram maior r_i , e o controle apresentou maior número de insetos para a PO, já a farinha de amendoim tendeu a extinção dos carunchos ao logo do tempo.

Palavras-chave: Flutuação de insetos, armazenamento, pragas, alimento

**CHAPTER I: INSTANT GROWTH RATE OF *TRIBOLIUM CASTANEUM*
POPULATION GROWTH IN DIFFERENT FOOD FLOURS**

ABSTRACT

Flours originating from cereals are marketed worldwide, but their commercial value is affected when there is a population density of insects above the control level, leading to losses and consequently price increases. In view of the above, this work aims to evaluate the instantaneous rate of population growth of *T. castaneum*, grown in maize flour, peanuts, rice and artificial diet for five months of storage. Flour storage was carried out at LAPPA, when 20 adult insects were used, 10 females and 10 males with 10 ± 2 days of life. To simulate the storage unit was used 500 mL PET container, then distributed 350 g of each substrate with insect infestation. Every 30 days the counts of live individuals were carried out in the phases larva, pupa and adult. A breeding vessel was sampled at a time for each evaluated month, with the total count of the number of living individuals present on the day. At the end of the experiment we can conclude that the artificial diet followed by corn flour gave a higher r_i , and the control showed a greater number of insects for the PO, whereas the peanut flour tended to extinction of the weeds at the time.

Keywords: Fluctuation of insects, storage, pests, food

II.1. INTRODUÇÃO

O importante seguimento da cadeia de produção agrícola entre a produção e o consumo das safras é o armazenamento, pois reflete no custo do produto final, além de ter influência direta na disponibilidade quantitativa e qualitativa do alimento que chega ao consumidor (COSTA et al., 2010). Segundo Weber (2001) o armazenamento serve para estocar grandes produções de grãos e manter a sua qualidade, livre das condições ambientais externas adversas. O armazenamento é utilizado desde a antiguidade para evitar a falta de alimento em razão da sazonalidade dos cultivos, devido às limitações climáticas ou ao tempo de desenvolvimento das culturas.

Os problemas que a armazenagem inadequada pode provocar são: perdas de grãos ocasionadas por pragas em armazéns, presença de fragmentos de insetos em subprodutos alimentares, deterioração da massa dos cereais, contaminação fúngica, presença de micotoxinas, efeitos na saúde humana e animal, dificuldades para exportação de produtos e subprodutos brasileiros devido ao potencial de risco de contaminação para outros países (SILVA et al., 2010).

Os coleópteros, pragas de cereais armazenados, têm grande importância econômica, pois podem causar sérios danos aos produtos infestados, sendo apontando como uma das principais causas de perda total em armazéns em todo o mundo (SCUSSEL, 2002; CERUTI & PINTO JUNIOR, 2009). Segundo Ceruti & Pinto Junior (2009) os danos ocasionados pelos ataques de insetos em cereais armazenados resultam em perdas quantitativas ou qualitativas. Estas pragas de produtos armazenados são caracterizadas por sua alta fecundidade e elevado número de gerações que ocorre por ano, características essas que lhes permitem, a partir de uma pequena infestação inicial, atingir densidades populacionais elevadas, capazes de provocar grandes prejuízos, num período de tempo relativamente curto (ALMEIDA, 1989; LORINI, 2002).

O *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) é uma das principais pragas de cereais armazenado, na sua fase adulta apresenta coloração castanho avermelhado com comprimento variando de 2 a 4 mm (BOOTH et al., 1990; BOJÓRQUEZ, 2011; TRIPLEHORN & JONNISON, 2015). O ciclo de ovo a adulto pode ser completado entre temperaturas de 20 a 35 °C e umidade de 40 a 75%, podendo

chegar a ser completado com até 75 dias. Porém o ciclo de vida passa a ser menor, quando disponibilizando condições ótimas de temperatura (35 °C), teor de umidade do ar (75%) e tipo de alimento, sendo completado em torno de 21 dias (BELCHOL et al., 2007; BOJÓRQUEZ, 2011; TRIPLEHORN & JONNISON, 2015). As fêmeas depositam em média de 300 a 400 ovos, sendo ovipositados em torno de duas a três vezes ao dia sobre os grãos, fendas de paredes, na sacaria ou diretamente na farinha (KHANZADA et al., 2015).

Os carunchos são insetos adaptados a sobreviver em locais escuros e de difícil acesso, que para muitos outros organismos é quase impossível sobreviver ou/e se multiplicar. Os danos causados durante o armazenamento podem equivaler, ou mesmo superar, aqueles provocados por pragas que infestam as culturas no campo, pois a deterioração destes materiais é definitiva e irreversível (FONTES et al., 2003). Oliveira et al., (2015) afirmam que os insetos secundários a exemplo do *T. castaneum* causam muitas vezes prejuízos maiores que os resultantes do ataque de pragas primárias que permitiram a sua instalação.

Para minimizar os problemas ocasionados por infestação de *T. castaneum*, é de extrema importância o estudo da dinâmica populacional e identificação das forças que regulam o crescimento populacional de insetos, para poder em seguida realizar o Programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (CALORE et al., 2013). De acordo com Dionisio et al., (2015) o monitoramento da dinâmica populacional dos insetos de produtos armazenados, é de grande importância em programas de MIP por auxiliar no momento do controle e no desenvolvimento de planos de amostragem (DIONISIO et al., 2015) exigindo métodos diferenciados de acordo com as particularidades de cada espécie. Seja qual for a técnica adotada para detecção de insetos, a obtenção dos dados é de fundamental para o sucesso (PINTO JUNIOR et al., 2005), pois permite quantificar e monitorar a ocorrência de insetos ao longo de um período de tempo, possibilitando escolher a forma mais apropriada de controlar as pragas (DIONISIO et al., 2016).

No Brasil, são poucos os estudos referentes à taxa de crescimento populacional de insetos de produtos armazenados. Desta forma, objetivou-se avaliar a flutuação populacional do *T. castaneum*, armazenados durante cinco meses consecutivos em quatro diferentes substratos exposto em temperatura ambiente.

II.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – PB, localizada a uma altitude média de 551 metros, com latitude – 07 ° 13’ 50’’ e longitude 35° 52’ 52’’. O período experimental compreende o intervalo entre abril e setembro de 2016. Inicialmente foram adquiridos em loja de produtos naturais na cidade de Campina Grande, farinhas de arroz (*Oryza sativa* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e milho (*Zea mays* L.), já a dieta artificial foi elaborada no LAPPA, aparte da adaptação da metodologia descrita por Macedo et al. (2008), quando foram utilizados apenas 33,08% de açúcar mascavo; 38,59% de farinha de trigo integral (*Triticum* sp.); 27,56% de levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) e 0,77% de benzoato de sódio. Os insetos utilizados para este estudo foram obtidos no LAPPA, sendo um total de 20 (10 fêmeas e 10 machos) *Tribolium castaneum* adultos para cada recipiente, sendo, sexados de acordo com Beeman et al. (2016) e idade de vida determinado (10 ± 2 dias).

II.2.1. Armazenamento dos substratos

O armazenamento das farinhas e dieta artificial (testemunha) em estudo (Apêndice A.I.1), foram realizados em 40 unidades armazenadora de politereftalato de etileno hermeticamente fechado e exposto à temperatura e umidade ambiente. Para cada farinha em estudo, foram utilizados 10 recipientes com capacidade de 500 mL contendo 350 g do substrato. As leituras foram realizadas conforme descrito pela FAO (1970; 1974) que consiste no peneiramento da amostra para separação dos insetos nas fases larval, pupa e adultos. Foram considerados os insetos mortos: os que após serem incentivados a caminhar ficaram imóveis; os que estavam com a parte dorsal virada para baixo e não conseguiram se desvirar após um minuto e por fim, os que não apresentaram nenhum sinal de movimento. A contagem do número de insetos vivos foi realizada aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias.

II.2.2. Taxa instantânea de crescimento populacional de inseto

Para determinar a taxa de crescimento foi utilizado a equação 1 (WALTHALL & STARK, 1997), onde foi contado o número total de insetos vivos nas fases de larva, pupa e adultos. Valor positivo de r_i indica crescimento populacional, $r_i = 0$ significa que a população está estável e valor negativo de r_i indica declínio da população até a extinção.

$$r_i = \ln \frac{\left(\frac{N_f}{N_0}\right)}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde:

r_i - Taxa instantânea de crescimento populacional;

Δt - Variação do tempo de infestação;

N_0 - n° inicial de insetos;

N_f - n° final de insetos vivos.

II.2.3. Análise estatística

Foi aplicado o teste estatístico não paramétrico Qui Quadrado (χ^2) com 95% de nível de confiança.

II.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para r_i , indica um aumento populacional positivo nas farinhas de arroz, milho e controle (dieta artificial) após 30 dias de infestação (Tabela II.1), enquanto o uso de arroz e a dieta foram semelhantes (0,11). Observando a farinha de amendoim nota-se que a população ficou estável (Tabela II.1). De acordo com Xue et al., (2010) o *T. castaneum* é uma praga comum em instalações de processamento de alimentos, no entanto a escolha do alimento é de grande importância para o desenvolvimento, sobrevivência e oviposição. Vários fatores podem ter inibido a multiplicação populacional dos *T. castaneum* na farinha de amendoim, entre eles

antibióticos (CARDONA et al., 1989), inibidores de α -amilase (SILANO et al., 1975; BUONOCORE et al., 1980; BAKER et al., 1991), características morfológicas (tamanho da partícula, textura e cor) podem influenciar no consumo larval (XUE et al., 2010), as características químicas da farinha podem ser menos favoráveis a oviposição do inseto, além de temperatura e umidade interna do recipiente (SILVA et al., 1998).

Nota-se que para a proporção observada (PO) e esperada (PE), a farinha de arroz favoreceu um maior crescimento populacional. Não era esperado para o tratamento com farinha de amendoim que a população ficasse estável após 30 dias, pois este substrato faz parte da preferência alimentar dos carunchos. Martins et al., (2014) afirmam que grãos de amendoim são atacados por *T. castaneum*, proporcionando danos e perdas significativas ao produtor.

Tabela II.1 – Avaliação da taxa de crescimento populacional de *Tribolium castaneum* após 30 dias de armazenamento em diferentes farinhas

TRATAMENTO	r_i	PO n°	PE n°	X ²
Controle	0,11	537,00	748,07	59,55
Milho	0,10	449,00	490,23	3,47
Amendoim	0,00	20,00	13,36	3,31
Arroz	0,11	561,00	315,35	191,36
Total	-	1.567,00	1.567,00	257,69
Valor X ² tabelado	(p ≤ 0,05)			11,07

r_i = Taxa instantânea de crescimento populacional; PO = Proporção observada; PE = Proporção esperada

Na Tabela II.2 as farinhas controle, milho e arroz favoreceram o crescimento populacional do caruncho, enquanto a farinha de amendoim no tempo 30 e 60 dias permaneceu instável. Quando avaliado a PO (1162,00 insetos) no tratamento controle, nota-se que o mesmo superou a PE (1104,20 insetos) do número de indivíduos, quase sendo o dobro do tratamento com farinha de arroz que obteve uma PO de 551,00 indivíduos e sua PE de 465,48 insetos.

Para dieta artificial o seu X² = 3,03 e farinha de amendoim X² = 0,00 com seu X² calculado = 11,07, sendo menor do que o X² tabelado, isto ocorreu porque as PO são muito próximas às esperadas, então o valor tende a ser pequeno. Mas, quando as divergências são grandes entre a PO e PE como nas farinhas de milho X² = 28,50 e arroz X² = 15,71, conseqüentemente o valor do X² calculado assume valores altos.

O tratamento com farinha de milho e controle aos 60 dias (Tabela II.2), apresentaram maior número de indivíduos em relação aos 30 dias (Tabela II.1), isto

pode ter ocorrido porque as farinhas contêm nutrientes importantes para fecundidade das fêmeas ou porque ocorreu menor percentual de mortalidade. De acordo com Parra (1991) altos valores proteicos disponíveis no alimento, disponibiliza maiores quantidades de aminoácidos essenciais para a produção de tecidos e enzimas, na deficiência destes pode acarretar um atraso no desenvolvimento do inseto. Souza et al., (2012) verificaram que o trigo é um recurso nutricionalmente mais atrativo para *Sitophilus oryzae* do que o milho e o arroz. Porém, quando analisado a flutuação de carunchos na dieta artificial, um fator de sucesso no aumento populacional pode estar ligado ao valor nutricional, juntamente com suas características físicas, químicas e os aleloquímicos favoráveis aos insetos, pois quando estes estão presentes influenciam na escolha do alimento e essa escolha determina o sucesso reprodutivo dos insetos (SOUZA et al., 2012).

Tabela II.2 – Avaliação da taxa de crescimento populacional de *Tribolium castaneum* após 60 dias de armazenamento em diferentes farinhas

TRATAMENTO	r_i	PO n°	PE n°	X ²
Controle	0,07	1162,00	1104,20	3,03
Milho	0,06	580,00	723,61	28,50
Amendoim	0,00	20,00	19,71	0,00
Arroz	0,06	551,00	465,48	15,71
Total	-	2.313,00	2.313,00	47,24
Valor X ² tabelado	(p ≤ 0,05)			11,07

r_i = Taxa instantânea de crescimento populacional; PO = Proporção observada; PE = Proporção esperada

Os resultados da Tabela II.3 sugerem que o *T. castaneum* apresenta maior capacidade de alocar a energia e nutrientes aparte da dieta artificial e farinha de milho, seguido da farinha de arroz, para se multiplicarem. Porém os carunchos presentes na farinha de amendoim aos 90 dias de armazenamento proporcionou resultado negativo ($r_i = -0,003$), indicando o declive populacional tendendo a extinção. Rajput et al. (2016) avaliou o crescimento populacional do *T. castaneum* em amêndoas, nozes, amendoim e castanha de caju e observou menor crescimento populacional em sementes de amendoim (27,41%) entre os tratamentos avaliados. Segundo Habib & Fazili (2007) alguns vegetais podem conter inibidores de proteases que desempenha um papel fundamental contra ataques de insetos. Estes compostos provocam à inibição das enzimas proteolítica, responsáveis pela quebra das ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas, além de proporcionar o atraso no desenvolvimento das

larvas ou mesmo a morte. As proteases intestinais, bem como a variação do pH, são as que realmente influenciam na digestão dos insetos (LINSER et al., 2009). De acordo com Martins et al. (2014) as sementes de amendoim têm em sua composição diferentes níveis de inibidores de proteases (tripsina) e seu percentual varia de acordo com a cultivar, estes inibidores servem como proteção contra de insetos pragas.

O número de insetos na PO para dieta artificial foi de 845,00 e farinha de milho de 577,00 superando a PE para os dois tratamentos que foram de 829,22 e 543,41 insetos respectivamente. O valor do X^2 calculado (7,03) para farinha de arroz foi maior em comparação aos outros tratamentos, isto porque ficou muito distante dos valores da PO (300,00 insetos) e PE (349,56 insetos), para os demais tratamentos o valor do X^2 calculado foi $\leq 7,03$ e o X^2 tabelado para todos os tratamentos foi 11,07 (Tabela II.3).

Tabela II.3 – Avaliação da taxa de crescimento populacional de *Tribolium castaneum* após 90 dias de armazenamento em diferentes farinhas

TRATAMENTO	r_i	PO n°	PE n°	X^2
Controle	0,04	845,00	829,22	0,30
Milho	0,04	577,00	543,41	2,08
Amendoim	-0,003	15,00	14,80	0,00
Arroz	0,03	300,00	349,56	7,03
Total	-	1.737,00	1.737,00	9,41
Valor X^2 tabelado	(p \leq 0,05)			11,07

r_i = Taxa instantânea de crescimento populacional; PO = Proporção observada; PE = Proporção esperada

Os tratamentos controle e milho apresentaram valores de $r_i = 0,03$ e farinha de arroz 0,01 positivo (Tabela II.4), indicando um baixo rendimento no crescimento populacional em comparação aos 90 dias (Tabela II.3) que foi de 0,04 para controle e milho e para farinha de arroz 0,03. Este resultado indica que ocorreu um declive populacional, porem muitos são os fatores que podem afetar o crescimento populacional, desde aqueles intrínsecos (fecundidade, taxa de mortalidade, temperatura, umidade, escassez de nutrientes, canibalismo, etc.) como o limite de espaço do recipiente infestado (HASTINGS, 1997; RICKLEFS, 2010; TANTOWIJOYO & HOFFMANN, 2011; FARIAS et al., 2012; GONÇALVES, 2015). Um outro fator importante que possivelmente pode ter ocorrido aos 120 dias de armazenamento é o mecanismo de auto regulação da densidade populacional do *T. castaneum*. Este mecanismo ocorre quando um certo valor populacional ocupa um determinado espaço, e este meio são insuficientes para a suprir a necessidade de toda a população presente,

desta forma para que todos os indivíduos não sejam extintos realizam a auto-regulação (ANDOW, 1991; BRAGANÇA et al., 1998). Trabalho desenvolvido por Longstaff (1995) avaliou o crescimento populacional de *T. castaneum* utilizando nove casais em farinha de trigo armazenado, e observou o aumento da população até os 84 dias, a parte deste tempo a populações tendeu a decrescer. Nansen et al., (2009) observou que a temperatura e teor de umidade afetou a densidade populacional de *Rhyzopertha dominica*, *Cryptolestes ferrugineus* e *T. castaneum* em silo contendo trigo.

Quando avaliado a PO da farinha de arroz aos 90 dias, nota-se que a mesma proporcionou um total de 300 insetos para as fases pupa, larva e adultos (Tabela II.3), no entanto quando avaliado o mesmo parâmetro aos 120 dias (Tabelas II.4) nota-se uma redução populacional significativa de 194 indivíduos. O uso da farinha de amendoim promoveu acentuada queda populacional, onde a mesma ao ser infestada com 20 insetos adultos após 120 dias ocorreu a morte de 9 carunchos, indicando que a farinha de amendoim tem em sua composição mecanismo de resistência, característico por retardar ou/e impedir o desenvolvimento das larvas dos insetos (MARTINS et al., 2014).

Para o tratamento amendoim o valor de X^2 calculado foi de 1,32, sendo menor que o X^2 tabelado (11,07), então aceita-se a hipótese nula, ou seja, não há diferença estatística entre as PO e PE. Já as demais farinhas rejeitam-se a hipótese nula, pois apresentaram valor do X^2 calculado $\geq X^2$ tabelado. No entanto, as farinhas de arroz, milho e controle (dieta), são favoráveis ao crescimento populacional do caruncho vermelho. A farinha de arroz teve o seu X^2 calculado (185,31) bem elevado, isto porque a PO (106,00 insetos) ficou três vezes abaixo da PE (185,31 insetos).

Tabela II.4 – Avaliação da taxa de crescimento populacional de *Tribolium castaneum* após 120 dias de armazenamento em diferentes farinhas

TRATAMENTO	r_i	PO n°	PE n°	X^2
Controle	0,03	1.018,00	869,80	25,25
Milho	0,03	687,00	570,00	24,01
Amendoim	-0,005	11,00	15,53	1,32
Arroz	0,01	106,00	366,67	185,31
Total	-	1.822,00	1.822,00	235,89
Valor X^2 tabelado	(p \leq 0,05)			11,07

r_i = Taxa instantânea de crescimento populacional; PO = Proporção observada; PE = Proporção esperada

A dieta artificial proporcionou ao longo de 150 dias a maior r_i entre os quatro tratamentos, como também para a PO, onde a sua população foi de 1.199,00 insetos,

sendo a maior entre os tratamentos (Tabela II.5). A flutuação do número de indivíduos presente no recipiente, poderia ser maior, isto porque o espaço é limitado. Acredita-se que, se o armazenamento da dieta fosse realizado em um local mais amplo a população tenderia a aumentar. Resultado que corrobora com o nosso trabalho foi realizado por Xue et al., (2010) em que observaram melhor desenvolvimento do *T. castaneum* em farinha contendo levedura de cerveja, quando comparado apenas com farinha. Sugerindo que a levedura de cerveja contém certos nutrientes essenciais para o desenvolvimento dos insetos, podendo ser a presença de proteínas que desempenha um papel importante no desenvolvimento, sobrevivência e oviposição de *T. castaneum*.

Os tratamentos milho e arroz foram semelhantes para r_i , no entanto a farinha de amendoim apresentou um pequeno aumento no número de insetos (Tabela II.5) em relação aos 120 dias (Tabela II.4), mais continuo a tender a extinção da população com valor -0,003.

Tabela II.5 – Avaliação da taxa de crescimento populacional de *Tribolium castaneum* após 150 dias de armazenamento em diferentes farinhas

TEMPO 150 DIAS				
TRATAMENTO	r_i	PO n°	PE n°	X^2
Controle	0,03	1.199,00	1.209,70	0,09
Milho	0,02	827,00	792,75	1,48
Amendoim	-0,003	19,00	21,60	0,31
Arroz	0,02	489,00	509,95	0,86
Total	-	2.534,00	2.534,00	2,75
Valor X^2 tabelado	($p \leq 0,05$)			11,07

r_i = Taxa instantânea de crescimento populacional; PO = Proporção observada; PE = Proporção esperada

II.4. CONCLUSÃO

- I. Os insetos presentes na farinha de amendoim tenderam a extinção, a partir dos 120 dias de armazenamento;
- II. A dieta controle seguida da farinha de milho proporcionaram o melhor r_i ao longo dos cinco meses;
- III. É de suma importância realizar avaliação da qualidade nutricional da farinha quando avaliado a taxa instantânea de crescimento populacional;

- IV. A dieta artificial se mostrou mais eficiente para multiplicação do *Tribolium castaneum*, uma vez que existe grande dificuldade de manutenção da sua criação para uso posterior em trabalhos;
- V. Embora existem poucas pesquisas sobre crescimento populacional de pragas de produtos armazenados, está se constitui uma importante ferramenta para o sucesso no desenvolvimento do manejo integrado de pragas;
- VI. As farinhas de arroz, milho e dieta artificial tiveram nos primeiros meses um aumento significativo na proporção observada, em seguida ocorreu uma baixa multiplicação;
- VII. As farinhas de arroz, milho e dieta artificial tiveram uma taxa instantânea de crescimento populacional decrescente ao longo do tempo;
- VIII. A proporção observada do número de insetos para farinha de arroz foi crescente até o segundo mês, após ocorreu auto-regulação da população,
- IX. A farinha de milho e controle durante todo experimento proporcionaram crescimento populacional.

II.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. Natureza dos danos causados por insetos de grãos armazenados. In: Seminário sobre controle de insetos, Campinas, **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, n. 4, pag. 16-32, 1989.

BEEMAN, R. W.; HAAS, S.; FRIESEN, K. (2016). **Beetle wrangling tips: An Introduction to the care and handling of *Tribolium castaneum***. Unites States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS). Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=12892>, acessado em 10/09/2016.

BELCHOL, F. S.; TEIXEIRA, I. R. V.; BASTOS, F. F. Preferência alimentar do *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) em farinha de soja integral. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 5, n. 1, pag. 57-62, 2007.

BOJÓRQUEZ, A. I. T. Efectividad de la tierra de diatomeas en el control de tres plagas de almacén. **Dissertação de mestrado**, Universidad Autonoma de Nuevo León, 84 pag., 2011.

BOOTH, R. G.; COX, M. L.; MADGE, R. B. IIE Guides to insects of importance to man n° 3, Coleoptera. London: C. A. B. **International Institute of Entomology**, pag. 384, 1990.

BORGES, L. R.; VILA NOVA, M. X. Associação de inseticidas químicos e fungos entomopatogênicos no Manejo Integrado de Pragas - uma revisão. **Ambiência**, v. 7, n. 1, pag. 179-190, 2011.

CALORE, R. A.; GALLI, J. C.; PAZINI, W. C.; DUARTE, R. T.; GALLI, J. A. Fatores climáticos na dinâmica populacional de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) e de *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) em um pomar experimental de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, pag. 067-074, 2013.

Campanha Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 4, n. 3, monitoramento agrícola - safra 2016/17, 156 pag., dezembro de 2016.

CERUTI, F. C.; PINTO JUNIOR, A. R. Distribuição espacial de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) e *Oryzaephilus surinamensis* (Col.: Silvanidae) em estrutura armazenadora contendo milho. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 2, pag. 143-149, 2009.

COSTA, A. R.; FARONI, L. R. D'A.; ALENCAR, E. R.; CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, L. G. Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, pag. 200-207, 2010.

DIONISIO, L. F. S.; LIMA, A. C. S.; IZIDÓRIO, R. M.; SANTOS, A. V. F.; MURGA-ORRILLO, H.; LIMA, G. L. C. Monitoramento de insetos e distribuição espacial de *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) em unidade de beneficiamento e armazenamento de grãos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 3, pag. 253-262, 2016.

DIONISIO, L. F. S.; LIMA, A. C. S.; MORAIS, E. G. F.; CORREIA, R. G.; SANTOS, A. V. F.; XIMENES, C. K. S. Distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, pag. 327-336, 2015.

FAO. Métodos Recomendados para la detección y medición de la resistencia de plagas agrícolas a los plaguicidas: Método provisional para adultos del gorgojo de la harina y del afrecho *Tribolium castaneum* (Herbst.). **Método nº 6, F.A.O., Boletín Fitosanitario**, v. 18, pag. 107-113, 1970.

FAO. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pest to pesticides: tentative method for adults of some major beetle pest of stored cereals with malathion or lindane. **F.A.O., Method nº 15, Plant Protection Bulletin**, v. 22, pag. 127-137, 1974.

FONTES, L. S.; FILHO, A. J. A.; ARTHUR, V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, pag. 303-307, 2003.

KHANZADA, H. H.; MUHAMMAD SARWAR, M.; LOHAR, M. K. Repellence Activity of Plant Oils against Red Flour Beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) in Wheat. **International Journal of Animal Biology**, v. 1, n. 3, pag. 86-92, 2015.

LORINI, I.; MIKE L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos**. Campinas. IBG, v. 1, 983 pag., 2002.

MACEDO, L. L. P.; AMORIM, T. M. L.; UCHÔA, A. F.; OLIVEIRA, A. S.; IBEIRO, J. K. C.; MACEDO, F. P.; SANTOS, E. A.; SALES, M. P. Larvicidal Effects of a Chitin-Binding Vicilin from *Erythrina velutina* Seeds on the Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 56, pag. 802-808, 2008.

OLIVEIRA, T. K. B.; MELO, B. A.; SILVA, J. F.; SILVA, R. S.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P. Resposta de *Tribolium castaneum* ao extrato de *Schinus terebinthifoliusraddi* (aroeira), **Revista A Barriguda**, nº 5, v. 3, pag. 157-0170, 2015.

PINTO JUNIOR, A. R.; CERUTI, F.; WEBER, S. H. Monitoramento de insetos em estrutura armazenadora através de armadilha com atrativo alimentar localizada fora dos silos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, n. 1, pag. 35-41, 2005.

SCUSSEL, V. M. Fatores que favorecem o desenvolvimento de fungos e produção de toxinas. In: LORINE. I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, cap. 9, v. 3, pag.739-756, 2002.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, pag. 45- 56, 2010.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F. **Estudo dos Insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2º edição brasileira, 766 pag., 2015.

WALTHALL, W. K., STARK, J. D. Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: the intrinsic (r_m) and instantaneous (r_i) rates of increase. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, pag. 1068-1073, 1997.

WEBER, E. **Armazenagem agrícola**. 2. ed., Guaíba: Livraria e edição Agropecuária Ltda, 396 pag., 2001.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *TRIBOLIUM CASTANEUM***

CAPÍTULO III

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ALIMENTÍCIAS
SUBMETIDAS A ARMAZENAMENTO COM E SEM *TRIBOLIUM
CASTANEUM***

CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ALIMENTÍCIAS SUBMETIDAS A ARMAZENAMENTO COM E SEM *TRIBOLIUM CASTANEUM*

RESUMO

Os cereais são produtos importante para alimentação, seja ela destinada para o homem ou animal, porém diversos fatores podem influenciar na sua qualidade, dentre estes se destaca a infestação por insetos de produtos armazenados, que além de provocar alterações em diversas características físico-química, compromete as condições sanitárias. Diante desta problemática, este trabalho se objetivou avaliar as propriedades físico-químicas das farinhas de arroz, milho, amendoim e dieta artificial para *Tribolium castaneum*, armazenadas ao longo de cinco meses em recipiente PET, com e sem infestação com 20 *T. castaneum* adultos. Inicialmente foi realizada as análises de granulometria, caracterização colorimétrica, atividade de água, teor de água, cinzas, pH, proteína total, lipídeo total, acidez total titulável, fibra total, carboidratos e valor calórico no tempo 0, e a cada 30 dias foram realizadas as mesmas análises. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 4 x 6, sendo dois procedimentos (não infestado e infestado), quatro farinhas (arroz, milho, amendoim e dieta) e seis períodos (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 95% de nível de confiança, e teste de Tukey, através do software ASSISTAT versão 7.7. Os resultados obtidos ao fim do trabalho, demonstraram que a presença da infestação dos insetos como também o tempo de armazenamento afetaram a composição centesimal das farinhas. As distribuições das partículas das farinhas ao longo do armazenamento para os dois procedimentos foram heterogêneas.

Palavras-chave: Qualidade, infestação, praga de produto armazenado, armazenamento, caracterização centesimal

**PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF FOODS FLOURS
SUBMITTED TO STORAGE WITH AND WITHOUT *TRIBOLIUM*
*CASTANEUM***

ABSTRACT

Cereals are important products for food, whether it is intended for man or animal, but several factors can influence its quality, among them the insect infestation of stored products, which in addition to causing changes in various physical-chemical, Compromises health conditions. The objective of this study was to evaluate the physicochemical properties of rice flour, corn, peanut and artificial diet for *Tribolium castaneum*, stored for five months in a PET container, with and without infestation with 20 adult *T. castaneum*. Initially, the analysis of granulometry, colorimetric characterization, water activity, water content, ashes, pH, total protein, total lipid, titratable total acidity, total fiber, carbohydrates and caloric value at time 0 were performed. Carried out the same analyzes. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 2 x 4 x 6 factorial arrangement, two procedures (not infested and infested), four flours (rice, corn, peanut and diet) and six periods (0, 30, 60, 90, 120 and 150 Days). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) at 95% confidence level, and Tukey's test, using ASSISTAT software version 7.7. The results obtained at the end of the work showed that the presence of insect infestation as well as storage time affected the flour composition. The distributions of the flour particles throughout the storage for the two procedures were heterogeneous.

Keywords: Quality, infestation, pest of stored product, storage, centesimal characterization

III.1. INTRODUÇÃO

Os Coleópteros pertencentes ao gênero *Tribolium* são comumente encontrados nas regiões temperadas e subtropicais, em alimentos armazenados em condições inadequadas de estocagem. Estas pragas atacam cereais moídos: como farelo, rações, farinhas, grãos quebrados, frutos secos, chocolate, nozes e massas (OLIVEIRA et al., 2015). São insetos onívoros com grande habilidade de superar fatores químicos e ambientais adversos, em função da presença de receptores olfativos e gustativos.

Os grãos possuem certa qualidade do plantio que lhe originou, mais para permanecer com esta qualidade é de fundamental importância manter a sanidade, estado de conservação, uniformidade e principalmente livre de insetos praga, pois é um importante critério na comercialização e na transformação, podendo afetar o preço do produto final. No entanto suas qualidades nutricionais podem ser alteradas quando não ocorre devido controle de pragas no período de armazenamento, prejudicando, assim as propriedades qualitativas e quantitativas dos cereais (SILVA et al., 2010; MELO et al., 2011). Segundo Silva & Cardoso (2011); Bhanu et al., (2013) os insetos são um dos principais responsáveis por provocarem deterioração e contaminação de alimentos armazenados. Ainda é mais preocupante quando analisamos o crescimento do número de espécies de insetos que atacam produtos armazenados a cada dia, além de apresentarem na sua grande maioria rápida proliferação. A perda quantitativa média brasileira provocada por ataques de pragas, foi estimada pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) e MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) no ano de 2014, em cerca de 10% do total produzido (LORINI, 2015). Esse quantitativo poderia suprir a carência alimentar de 24 milhões de pessoas adultas. Por esta razão, cuidados constantes devem ser dados ao armazenamento de grãos e subprodutos (BURKOT, 2014).

A qualidade dos produtos alimentícios para os consumidores é algo primordial, pois é responsável pelo sabor, aroma, saúde, nutrição, etc. Segundo Freo et al. (2011) este fator é determinado por uma variedade de características dependendo da designação de uso ou tipo de produto. Estas características podem ser físicas ou químicas. O conhecimento das características físico-químicas dos cereais tem influência positiva sobre o método a ser adotado no armazenamento e processamento, pois através destas

informações a indústria e a pesquisa conseguem projetar o tempo de armazenamento e a composição nutricional atual do cereal.

Quando se trabalha com farinha, é imprescindível que seja realizada a sua caracterização, para que o produto chegue ao consumidor com ótima qualidade e maior vida de prateleira, além da discriminação dos seus constituintes no rótulo. Diante destas informações, este trabalho objetivou realizar a caracterização físico-química da farinha de amendoim, arroz e milho infestadas e não infestadas com *Tribolium castaneum* durante cinco meses de armazenamento em recipiente PET.

III.2. MATERIAL E MÉTODOS

As farinhas de *Oryza sativa* L., *Arachis hypogaea* L. e *Zea mays* L. foram obtidas em casa de produtos naturais na cidade de Campina Grande – Paraíba. Foi elaborado no laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) uma dieta artificial composta de 33,08% de açúcar mascavo; 38,59% de farinha de trigo integral (*Triticum* sp.); 27,56% de levedura de cerveja (*Saccharomyces cerevisiae*) e 0,77% de benzoato de sódio, que serviu como fonte de alimento e procriação dos insetos. Os carunchos utilizados foram os *Tribolium castaneum*, obtidos de uma criação estoque pertencente ao LAPPA da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Foram realizadas análises das farinhas para investigar as alterações nas propriedades físico-químicas durante seis períodos consecutivos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias), onde 350 g dos materiais biológicos foram armazenados em recipiente PET, com capacidade de 500 g em ambiente de prateleira, sem infestação e com infestação de 20 (10 fêmeas e 10 machos) insetos adultos, sexados conforme descrito por Beeman et al. (2016), com aproximadamente 10 ± 2 dias de vida. Avaliou-se também as características físico-químicas da dieta artificial para enriquecer a literatura que se encontra carente em estudo deste seguimento.

A análise granulométrica das farinhas de arroz, amendoim, milho e dieta artificial foi conduzida no laboratório de Fitoquímica e Síntese de Fármaco da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - Campina Grande. Já a caracterização colorimétrica e atividade de água foram conduzidas no LAPPA. As análises do teor de água, cinzas,

pH, proteína total, lipídeos total e acidez total titulável, foram realizados na UEPB no laboratório de Ciências e Tecnologia em Alimentos. E para análise de fibra total, foi desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Bananeiras, no laboratório de Nutrição Animal e Análise Avançada de Alimentos.

III.2.1. Análises físico-químicas

III.2.1.1 Granulometria

A determinação do tamanho das partículas das farinhas foi baseada no método nº 66-20 (AACC, 2000), utilizado um agitador eletromagnético, composto por seis peneiras arredondadas, cujas aberturas foram: 0,710; 0,355; 0,180; 0,150; 0,075 e 0,038 mm, posicionado em ordem decrescente de malha e colocado no topo 100 g de farinha por vez e submetidas à agitação na velocidade cinco por 15 minutos. Foram pesadas as quantidades de amostra retidas em cada peneira e calculados os percentuais relativos para cada malha (ZANOTTO & BELLAVÉR, 1996).

III.2.1.2. Caracterização colorimétrica

Os parâmetros da cor das farinhas foram determinados segundo o método n.º 14-22 da AACC (2000), sendo utilizado espectrofotômetro modelo MiniScan HunterLab XE Plus, no sistema de cor CieLab, com leitura direta dos valores de L^* (luminosidade), a^* (transição da cor verde $-a^*$ para o vermelho $+a^*$) e b^* (transição da cor azul $-b^*$ para a cor amarela $+b^*$), e a partir dos parâmetros L^* , a^* e b^* foi obtido a tonalidade para cada amostra.

III.2.1.3. Atividade de água (a_w)

Foi utilizado Aqualab modelo 3TE-B (Decagon), em temperatura de 25 °C por medida direta.

III.2.1.4. Teor de água

Foi determinado por método padrão (perda por dessecação) em estufa a 105 ± 3 °C. Foi utilizado 2 g de cada amostra em cápsulas metálicas (AOAC, 2012). O resultado final é expresso em porcentagem de base úmida (b.u.).

III.2.1.5. Cinzas

A determinação do resíduo por incineração foi realizada com 2 g da amostra, em seguida carbonizadas até cessar a liberação de fumaça e, posteriormente, calcinadas em mufla a 550 °C até peso constante (AOAC, 2012).

III.2.1.6. Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado com leitura direta em um potenciômetro digital da marca TECNAL modelo TEC-5, previamente calibrado e operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante (IAL, 2008).

III.2.1.7. Proteína total

Determinada pelo método de Kjeldahl, foi pesado 0,2 g da amostra, utilizando-se um bloco digestor, um destilador e aplicando-se os fatores moderadores de 5,95 para farinha de arroz; 5,46 para farinha de amendoim e 6,25 para dieta e farinha de milho. O resultado foi expresso em porcentagem de nitrogênio na amostra (AOAC, 2012).

III.2.1.8. Lipídeos total

O teor de lipídios para as farinhas de milho, dieta e amendoim foi verificado em triplicata, pelo método de Bligh & Dyer (1959), sendo utilizado três solventes, clorofórmio, metanol e água; ao final do procedimento o clorofórmio é evaporado e permaneceu apenas a gordura contida no Becker. Para a farinha de arroz foi empregado o método de Folch (1957). Para todos os dois métodos foram utilizados aproximadamente 2 g da amostra.

III.2.1.9. Acidez total titulável

Foi retirado o sobrenadante da amostra e determinado por titulação com solução de NaOH 0,1 mol/L⁻¹ (IAL, 2008).

III.2.1.10. Fibra total

Obtida através da digestão do material com H₂SO₄ a 1,25% p/v por 30 minutos e NaOH 1,25% m/v por mais 30 minutos (AOAC, 1995; AOAC, 2012).

III.2.1.11. Carboidratos totais

A determinação de carboidratos foi obtida pelo cálculo teórico (por diferença) (AOAC, 1997). Calculando pela média da porcentagem de umidade, lipídeos, proteínas e cinzas e o restante foi considerado carboidrato, conforme se verifica na equação 1.

$$\% \text{ carboidratos} = 100 - (U + L + P + C) \quad (1)$$

Onde:

U = Umidade (%);

L = Lipídeos (%);

P = Proteína (%);

C = Cinzas (%).

III.2.1.12. Valor calórico

O Valor Calórico (VC) foi calculado através do fator de conversão: 9 kcal/g para lipídeos e 4 kcal/g para proteína e carboidratos conforme equação 2 (OSBORNE & VOOGT, 1978; BRASIL, 2003).

$$VC = (\% \text{ proteína} \times 4,0) + (\% \text{ carboidratos} \times 4,0) + (\% \text{ lipídeos} \times 9,0) \quad (2)$$

III.2.1.13. Análise estatística

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 4 x 2 x 6 representado por quatro farinhas (amendoim, arroz, milho e dieta), dois procedimentos (infestado e não infestado) e seis tempos (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias), com 3 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 95% de nível de confiança pelo teste de Tukey, através do software ASSISTAT, versão 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2009). Para análise granulométrica foi realizado a percentagem retida em cada malha e encontrado o índice de uniformidade (IU).

III.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

III.3.1. Interação composição físico-química x farinhas

A composição centesimal média das farinhas de arroz, milho, amendoim e dieta artificial, assim como os respectivos desvio-padrão estão expressos na Tabela III.1. Vale ressaltar que não foram encontrados, na literatura, trabalhos citando composição centesimal para dieta artificial.

Tabela III.1 - Composição físico-química das farinhas de milho, amendoim, arroz e dieta artificial em função do procedimento (infestado e não infestado com caruncho).

Análises	Infestação							
	Milho		Dieta		Amendoim		Arroz	
	Média% ± DP		Média% ± DP		Média% ± DP		Média% ± DP	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Cinzas	1,17±0,29cA	0,99±0,17cB	3,03±0,27aA	2,80±0,33aB	2,34±0,29bA	2,35±0,28bA	0,52±0,08 dA	0,49±0,09dA
aw	0,63±0,07cA	0,48±0,06dB	0,66±0,04aA	0,58±0,02bB	0,52±0,04dA	0,51±0,04cB	0,65±0,04bA	0,59±0,03aB
TA	9,13±2,29cA	7,17±0,38cB	11,49±3,43bA	8,08±0,75bB	2,90±1,06dA	2,73±0,63dB	12,27±0,66aA	11,56±0,23aB
Lipídeos	4,05±2,10bB	5,98±1,35bA	3,87±1,56bA	4,01±0,33cA	51,02±7,68aA	51,15±9,74aA	0,84±0,08cB	1,05±0,09dA
Fibra	2,86±1,25cB	4,81±1,03 bA	4,40±3,74bA	2,54±0,89cB	33,66±5,68aA	33,77±5,02aA	1,05±0,62dA	1,18±0,56dA
Proteína	8,26±2,15cA	8,32±2,55cA	16,65±3,88bA	16,59±3,68bA	26,26±2,59aA	25,51±2,36aB	5,36±2,04dA	5,08±1,96dA
Acidez	0,78±0,30bA	0,64±0,32bB	1,41±0,29aA	1,26±0,27aB	0,23±0,14cA	0,25±0,11cA	0,19±0,05cA	0,15±0,05cA
pH	5,90±0,21cB	6,10±0,05 cA	5,74±0,33dB	5,91±0,39dA	6,25±0,20bB	6,32±0,25bA	6,37±0,17 aB	6,58±0,10 aA
Kcal	372,42±10,19bB	390,63±10,49bA	356,27±16,91cB	371,50±11,77cA	585,86±9,8aB	587,02±10,4 aA	353,00±3,54dB	357,05±0,98dA
CHO	78,71±4,07bA	78,88±2,89bA	65,96±7,56cB	69,52±5,62A	27,08±19,32dB	27,96±19,39 dA	81,02±2,31aB	81,83±1,92aA

Letras maiúsculas indicam diferença para a infestação da mesma farinha (coluna) e letras minúsculas indicam diferença entre as farinhas para infestação (linha) segundo o teste Tukey a 95% de probabilidade; Kcal - Valor calórico; a_w - Atividade de água; CHO – Carboidratos; TA - Teor de água

III.3.1.1. Cinzas

Os teores de cinzas encontrado na dieta artificial foi superior entre os tratamentos em análise, ocorrendo diferença significativa ($P \leq 0,05\%$) entre os procedimentos de infestação, proporcionando percentuais de resíduos inorgânicos de 3,03% para infestado e 2,80% para não infestado (Tabela III.I). O tratamento com farinha de amendoim não proporcionou diferença significativa entre os procedimentos, porém os teores de cinzas foi superior a farinha de milho seguido da farinha de arroz (Tabela III.I). Trabalho realizado por Mora-Escobedo et al., (2015) avaliou a composição química de grão de oito cultivares de amendoim e obteve resultados para cinzas de 2,22 a 2,50%; já Camargo et al., (2012) avaliou o percentual de cinzas para amendoim descascado e observou 2,11%; várias bibliografias citam valores para cinzas de amendoim entre 2,2 a 2,9% (TACO, 2011; CHUNG et al., 2013; USDA, 2015), estes valores estão próximo ao encontrado neste estudo.

Segundo a portaria nº 254 (2003) as farinhas de milho devem conter limites máximos de 0,50% de cinzas (BRASIL, 2003). Branco-Metzler (2000) ao analisar o percentual mineral de farinha de milho pré-cozida obteve 1,3%; Giacomelli et al., (2012) estudando minerais totais em grão de milho obteve 1,5%, resultado que discorda da classificação indicada pela portaria nº 254, no entanto trabalho desenvolvido por Callegaro et al., (2005) no Brasil, encontrou resultados de cinzas de 0,43%. De acordo com Jugenheimer (1976) dentre os minerais encontrado em cinzas estão os sais de cálcio, magnésio, fósforo, alumínio, ferro, sódio, potássio e cloro.

O tratamento com farinha de arroz obteve o menor percentual de cinzas entre as farinhas, apresentando teores de 0,52% para o procedimento infestado e 0,49% para não infestado, resultado no qual a infestação não exerceu influência sobre o conteúdo mineral das farinhas de arroz entre os procedimentos (Tabela III.I). De acordo com a portaria nº 254 (BRASIL, 2003) o percentual de cinzas indicado para farinhas de arroz é de 1,00%. Porém valores próximos aos observados neste estudo foram encontrados por Ferreira et al., (2013) 0,38% de cinzas em grãos quebrados de arroz *in natura*; Iwashita et al., (2011) 0,6% de cinzas em farinha de arroz; Fonseca et al., (2014) 0,50% de cinzas em farinha de arroz.

Para a farinha de milho e dieta artificial infestada com *T. castanho*, nota-se um aumento no percentual de cinzas em comparação ao não infestado. Esses resultados

estão de acordo com os obtidos por Özkaya et al., (2009) no qual foi observado o aumento no teor de cinzas em trigo infestado com *Tribolium confusum* (ÖZKAYA et al., 2009). Este aumento pode ser resultado da proteólise pelo metabolismo dos insetos ou/e a presença de nitrogênio constituintes das excreções dos insetos e das partes do corpo (ÖZKAYA et al., 2009).

III.3.1.2. Atividade de água (a_w)

Nota-se que ocorreu diferença significativa ($P \leq 0,05\%$) em todas as farinhas para a atividade de água (a_w), quando analisado os procedimentos infestado e não infestado (Tabela III.1). Já era esperado um maior percentual de a_w para as farinhas infestadas com *T. castaneum*, pois a presença de fezes e atividades metabólicas dos insetos dentro das farinhas, proporcionam maior aeração, além de elevar a taxa de oxigênio dos substratos e conseqüentemente aumentando a atividade de água (SÁNCHEZ-MARINÉZ et al., 1997). Vale ressaltar que a atividade de água tem papel importante no controle da vida útil de um produto alimentício estocado (CLERICI & OLIVEIRA, 2013).

A dieta artificial com infestação obteve maior a_w 0,66%, seguido da farinha de arroz (0,65%) e milho (0,63%) (Tabela III.1). De acordo com Gava et al., (2008) a a_w varia de 0 a 1, valores próximos a 1 elevam as alterações químicas, físicas e microbiológicas ou enzimáticas, levam a deterioração da qualidade do produto. Valor 0,6 é considerado o limite mínimo para o desenvolvimento de microrganismo em alimentos. Percebe-se que todas as farinhas não infestadas encontram-se dentro dos parâmetros de um alimento com probabilidade mínima para o desenvolvimento de microrganismos.

III.3.1.3. Teor de água

As farinhas diferiram entre si quanto ao conteúdo de umidade, ocorrendo interação significativa ($P \leq 0,05$) para o procedimento. Na Tabela III.1 podemos observar que os maiores percentuais de teor de água foram encontrados em todas as farinhas infestadas com insetos, sendo que a farinha de arroz foi a que proporcionou maior teor de água entre as amostras analisadas, sendo 12,27%, seguido da dieta artificial 11,49% (Tabela

III.1). Trabalho realizado por Pinto et al., (2002) ao verificar o teor de água em grão de trigo infestado e não infestado por insetos, observou que quando na presença de caruncho ocorre um maior acréscimo no parâmetro avaliado e quanto maior sua densidade populacional, esse aumento foi mais significativo.

A farinha de amendoim infestada apresentou teor de água de 2,90% e não infestada de 2,73% (Tabela III.1). Resultado que está de acordo com o parâmetro indicado pela resolução nº 12 da Anvisa (1978), que determina para a farinha de amendoim teor de umidade com tolerância de até 14,0%. Valor de teor de umidade próximo ao observado para farinha de amendoim foram encontrados por Rodrigues et al., (2011) ao determinar o teor de umidade para amendoim cru foi de 3%, porem os mesmos autores afirmam que após a torrefação o valor diminui para 0,5 a 1,0%.

O teor de água é um fator de grande importância na preservação da qualidade do material biológico armazenado, quando farinha estão com alto teor de água este material constitui um meio ideal para o desenvolvimento de microrganismos, insetos e ácaros (PUZZI, 2000; LORINI et al., 2002; ELIAS, 2008).

O teor de água para a farinha de milho infestada foi de 9,13% sendo superior a mesma farinha não infestada 7,17%. Estes resultados estão dentro dos parâmetros estabelecido pela portaria nº 254 (BRASIL, 2003) que determina o teor de água de até 14,5% para comercialização para fins industriais. Blanco-Metzler (2000) ao analisar a composição nutricional de produtos derivados do milho em Costa Rica, observou que para farinha de milho pré-cozida tem teor de água de 6,8%.

Neste estudo o teor de água para farinha de arroz foi de 12,27 e 11,56% para farinha infestada e não infestada com *T. castaneum* respectivamente (Tabela III.1), estando próximo ao limite permitido pela resolução nº 12 da Anvisa (1978) que é de 13,0%. Comportamento semelhante foram obtidos por Heisler et al., (2008) ao analisar farinha de arroz obteve 12,43%; Fonseca et al., (2014) determinando o teor de água em arroz moído encontrou 11,28%; porem

III.3.1.4. Lipídeos

A farinha de milho, arroz e dieta artificial tiveram maior percentual lipídico para o procedimento não infestado, no entanto a farinha de amendoim não houve diferença significativa ($P \leq 0,05\%$) entre os procedimentos (Tabela III.1). Isto ocorre porque os

insetos utilizam os compostos químicos da farinha para suprir sua necessidade nutricional, utilizando o lipídio como uma ótima fonte energética (CUPPARI, 2005). No entanto a farinha de amendoim não é um substrato propício para o desenvolvimento do *Tribolium castaneum*. De acordo com Xue et al., (2010) o tamanho das partículas da farinha pode interferir no consumo pelas larvas de *T. castaneum*.

Para a farinha de arroz não infestada o teor de lipídeos foi de 1,05%, resultado semelhante foi encontrado por Ferreira et al., (2013) quando realizou análise da composição centesimal de grãos quebrados de arroz *in natura* e obteve 1,10%; Iwashita et al., (2011) ao analisar farinha de arroz observou 1,3%.

A farinha de amendoim proporcionou 51,02% de lipídeos totais, este resultado corrobora com Mora-Escobedo et al., (2015) que ao analisar a composição química de grão de oito cultivares de amendoim verificou percentual lipídico de 37,90 a 56,31%; Lopes (2012) ao analisar grão de amendoim despelucado resultou em 45,89% de lipídeos totais, demonstrando que ocorre uma variação na porcentagem lipídica dependendo da variedade genética de 39 a 56% (WILKIN et al., 2014; MORA-ESCOBEDO et al., 2015; MODA-CIRINO et al., 2015; BISHI et al., 2015;).

Valores da composição lipídeo da farinha de milho moída a pedra encontrada por Giacomelli et al., (2012) foi de 4,84%, resultado próximo ao encontrado neste estudo que foi de 5,98% para farinha não infestada.

III.3.1.5. Fibra

Não houve diferença significativa ($P \leq 0,05\%$) para fibra das farinhas de amendoim e arroz entre os procedimentos, porem a farinha de milho apresentou maior teor de fibra bruta para o procedimento não infestado sendo 4,81% e para dieta foi 2,54% (Tabela III.1). Mattos & Martins (2000) propuseram uma classificação para o teor de fibras dos alimentos sendo: muito alto (maior que $7 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$); alto (4,5 a $6,9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$); moderado ($2,4$ a $4,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e baixo (inferior a $2,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Podemos observar que a farinha de amendoim está classificada como um alimento com alto percentual de fibras, a farinha de milho como moderado e arroz como baixo. Trabalho realizado por Heisler et al., (2008) encontrou para farinha de arroz 0,16%; Fonseca et al., (2014) ao analisar arroz moído identificou amostra com 0,30%; Wong & Lee (2011) ao caracterizar farinha de arroz encontrou 0,24% de fibra. Estes resultados diferem dos valores

encontrados neste estudo, isto pode ter ocorrido porque os autores citados anteriormente utilizaram variedades com menor percentual de fibra ou que não tenha passado por melhoramento genético (TACO, 2011; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1998; USDA, 2016; CHUNG et al., 2013).

A farinha de amendoim apresentou teores de fibra entre 25,51 a 26,26% para farinha não infestada e infestada respectivamente (Tabela III.1), esses resultados estão de acordo com os obtidos por Camargo et al., (2012) que ao determinar o percentual de fibra de amendoim descascado encontrou 21,23%.

III.3.1.6. Proteína

Neste estudo não foi possível encontrar diferença significativa ($P \leq 0,05\%$) para os tratamentos com farinha de milho, dieta e arroz infestada e não infestada com insetos, isto pode ter ocorrido porque a amostra utilizada para a caracterização não continha insetos suficiente para ocorrer alterações na quantidade de proteína, no entanto o tratamento com farinha de amendoim propiciou diferença significativa entre os procedimentos, fato este pode ter ocorrido porque a amostra que foi analisada continha um maior número de insetos. De acordo com Özkaya et al., (2009) a presença de insetos em alimentos causa alterações na composição química, alterando os teores de proteínas e cinzas, podendo ser resultado da proteólise pelo metabolismo dos insetos e a presença de nitrogênio constituintes das excreções e fragmentos dos insetos.

Os teores de proteínas para farinha de milho encontrado neste trabalho (8,26 a 8,32%) está de acordo com o estipulado pela resolução nº 12 da Anvisa (1978) que é de no mínimo 6,0% de proteína. Estudos realizados por Boen et al., (2007) ao analisar farinha flocada enriquecida com ferro e ácido fólico disponível comercialmente obteve 6,86% proteínas; Taco (2011) em farinha de milho amarela encontrou 7,2%.

De acordo com a resolução nº 12 da Anvisa (1978) é permitido a comercialização de farinha de arroz com no mínimo 6,0% de proteína, porém os valores deparados neste estudo foram 5,36% (infestado) e 5,08% (não infestado), resultado em um produto fora dos padrões estabelecidos para comercialização. Segundo Walter et al., (2008) o conteúdo de proteínas no arroz é considerado baixo, em média 7%. Teores próximos de proteínas aos determinados nesta pesquisa para a farinha de arroz foram

reportados por Choudhury & Gautam (2003) de 5,85%; Hagenimana et al., (2006) de 6,71%.

Ao caracterizar a farinha de amendoim foram obtidos valores de 26,26 a 25,51% para o procedimento infestado e não infestado concomitantemente, os teores estabelecidos pela resolução nº 12 da Anvisa (1978) é de 44,0% de proteína. Comportamento semelhante foi ressaltado por Camargo et al., (2012) ao encontrar 22,35% em amendoim descascado; Lopes (2012) em grão de amendoim despeliculado de encontrou 22,35%. Segundo Burton-Freeman (2000); Mattes & Kirkmeyer, (2000) o amendoim é rico em fibras e proteínas.

III.3.1.7. Acidez

Os maiores teores de acidez foram encontrados para dieta e farinha de milho infestado com insetos, para os tratamentos com amendoim e arroz não ocorreu diferença significativa ($P \leq 0,05\%$) entre os tratamentos e procedimentos (infestado e não infestado) (Tabela III.1). De acordo com Cecchi, (2003) a determinação da acidez em um alimento é bastante importante, tendo em vista que a mesma influencia o odor, o sabor, a cor e conseqüentemente a qualidade do produto. A portaria nº 254 (BRASIL, 2003) estabelece teores de acidez para farinha de arroz de 0,10% e milho 0,12%. No presente trabalho os teores de acidez encontrado para as farinhas citadas anteriormente para os dois procedimentos estão fora dos padrões estabelecidos pela portaria nº 254, porem o teor de acidez total da farinha de amendoim (Tabela III.1), está dentro dos parâmetros determinado pela resolução nº 12 da Anvisa (1978) que é de 3,0%. Os teores de acidez para farinha de milho e dieta infestado com inseto, foram maiores do que a não infestada, este fato pode ter ocorrido porque os insetos influenciam através dos excrementos, no entanto as farinhas de arroz e amendoim não alterou a acidez com infestação, motivo no qual pode ter ocorrido menor quantidade de insetos vivos nos substratos e assim não proporcionou alteração na acidez.

III.3.1.8. pH

Os pH das farinhas foram influenciados pela infestação dos insetos, sendo encontrados pH mais ácidos nas farinhas infestadas com *T. castaneum* e não infestado

tenderam ao pH neutro (Tabela III.1). Segundo Amorim et al., (2012) ao realizar a caracterização centesimal de um alimento, é de extrema importância a determinação do pH e acidez, tendo em vista a avaliação nutricional e controle de qualidade do mesmo.

III.3.1.9. Valor calórico

O valor calórico (VC) nas farinhas não infestada foi superior as infestadas em todos os tratamentos (Tabela III.1), isto demonstra que os insetos utilizam a energia presente na farinha em favor a sua necessidade nutricional. Segundo Silva et al., (2007) as calorias de um alimento são representadas pela energia armazenada nas ligações químicas que são liberadas no organismo de quem consome após o metabolismo dos nutrientes.

Resultados equivalentes aos encontrados neste trabalho para farinha de arroz não infestada foram encontrados por Heisler et al., (2008) 361,13 Kcal; Vieira et al., (2008) 365,3 Kcal e para farinha de milho por Ascheri et al., (2002) 355,6 Kcal.

III.3.1.10. Carboidratos

O percentual de carboidratos nas farinhas de arroz, dieta e amendoim, foram maiores quando não infestadas (Tabela III.1), no entanto a farinha de milho não obteve diferença significativa ($P \leq 0,05\%$) entre os procedimentos (infestado e não infestado).

Os valores presentes na Tabela III.1 para farinha de arroz é de 81,02% (infestada) e 81,83% (não infestada), Vieira et al., (2008) ao analisar o mesmo produto encontrou 82,88% de carboidrato; Ascheri et al., (2002) 81,0%. Segundo Walter et al., (2008) os carboidratos são os principais constituintes do arroz, porém algumas características podem afetar a porcentagem de carboidratos presente na amostra, pode ser o genótipo, tipo de adubação, radiação solar e temperatura durante o desenvolvimento do grão e também o processamento do grão, para elaboração de farinha.

Para a farinha de milho o percentual de carboidrato encontrado foi 78,71 e 78,88%, valores próximos foram encontrados por Taco (2011) 79,1%; Ascheri et al., (2002) 79,1% e para farinha de amendoim Lopes (2012) ao determinar o percentual de carboidrato em grão de amendoim despeliculado encontrou 24,71%.

III.3.1.11. Caracterização colorimétrica

Os resultados dos parâmetros para cor L*, a* e b* das farinhas de milho, arroz e dieta sofreram mudanças em suas colorações com a infestação dos insetos, passando do mais claro para o negro, como também aumentando os valores de a* e b* (Tabela III.2). No entanto para farinha de amendoim não foi observado este comportamento, isto ocorreu porque a infestação de insetos neste material biológico tendeu a extinção e nos outros tratamentos ocorreu um ótimo resultado no crescimento populacional. De acordo com Good (2002) a escala L* indica a luminosidade, ou seja, o quanto a amostra é clara ou escura, variando de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo de 100 a amostra é mais clara e quanto mais distante mais escura (GOOD, 2002). A cor é um importante atributo para a indústria alimentícia, onde muitos consumidores decidem a escolha do produto com base na aparência dos produtos, principalmente pela cor, um exemplo é a cor mais escura em grão de amendoim industrializado indicando o sabor de queimado.

Tabela III.2 - Médias das variáveis a* b* L* para cores das farinhas de milho, amendoim, arroz e dieta artificial em função do procedimento (infestado e não infestado com caruncho).

Análises	Infestação							
	Milho		Dieta		Amendoim		Arroz	
	Média ± DP		Média ± DP		Média ± DP		Média ± DP	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Cor a*	7,67±0,45bA	7,49±0,62bB	6,67±1,27cA	5,28±0,43cB	16,56±0,47aB	16,68±0,42aA	0,99±1,96dA	0,82±2,08dB
Cor b*	30,42±1,24bA	30,02±1,23bB	24,82±3,00cA	21,50±1,29cB	37,70±1,59aA	37,79±0,93aA	10,88±5,41dA	10,15±5,15dB
Cor L*	67,86±0,85bB	69,25±1,89bA	64,98±3,34cB	69,14±1,96bA	85,26±1,52aB	47,20±1,03cA	85,26±7,77aB	85,66±7,40aA

Letras maiúsculas indicam diferença para a infestação da mesma farinha (coluna) e letras minúsculas indicam diferença entre as farinhas para infestação (linha) segundo o teste Tukey a 95% de probabilidade

III.3.2. Interação meses X composição físico-química das farinhas

As médias dos teores de carboidratos, cinzas, lipídeos, fibra total e proteínas de todas as farinhas sofreram perdas ao longo do tempo de armazenamento, no entanto ocorreu redução expressiva aos 90, 120 e 150 dias para os teores de lipídeos e proteínas, para farinha de amendoim ocorreu redução de 4,81% de proteínas dos 90 a 120 dias e 17,77% de lipídeos (120 a 150 dias), para farinha de milho de 120 a 150 dias reduziu em 4,79% de proteínas e a farinha de arroz passou seu teor de proteínas de 5,53 para 0,99% nos últimos dois períodos (Tabela III.3). Estas perdas na composição centesimal das farinhas acarretam vários problemas para o produtor, consumidor ou

pesquisador que pretende realizar uma criação de insetos, pois estes compostos servem para fornecer determinados teores de nutrientes a quem consome, quando os mesmos não estão presentes não ocorre a absorção dos percentuais esperados, acarretando prejuízos nutricionais e econômicos (ANTUNES et al., 2011). Segundo Vilas Boas (1999) a composição centesimal de um produto alimentar exprime, mesmo que seja de forma grosseira, o seu valor nutricional.

Keskin & Ozkaya, (2015) ao armazenar grãos e farinha de trigo infestada e não infestada com insetos durante seis meses, observaram diminuição gradual das propriedades físico-química a parti do terceiro mês, sendo três vezes mais afetado quando na presença de gorgulho.

Tabela III.3 - Características químicas de farinha de milho, amendoim, arroz e dieta artificial durante seis períodos de armazenamento.

Dias	Farinha	Carboidratos	Cinzas	Lipídeos	Fibras	Proteínas
		Média% ± DP	Média% ± DP	Média% ± DP	Média% ± DP	Média% ± DP
0	Milho	83,36±0,09 bA	1,32±0,04 cA	8,00±0,19 bA	5,18±0,38 cA	10,42±0,65 cA
	Dieta	79,99±0,63 cA	3,13±0,03 aA	6,05±0,02 cA	7,93±0,56 bA	19,45±0,51 bA
	Amendoim	65,90±1,01 dA	2,72±0,10 bA	58,56±0,20 aA	38,33±3,80 aA	29,54±0,96 aA
	Arroz	85,89±0,03 aA	0,64±0,04 dA	1,06±0,06 dA	1,76±0,37 dA	6,59±0,21 dA
30	Milho	82,58±0,44 aA	1,14±0,09 cAB	5,33±0,39 bB	4,03±0,09 bAB	10,14±0,21 cA
	Dieta	70,54±0,43 cB	3,11±0,04 aAB	5,01±0,14 bB	3,38±0,27 bB	19,28±0,84 bA
	Amendoim	36,06±0,10 dB	2,48±0,11 bB	56,21±0,17 aB	35,68±1,91 aB	25,74±0,81 aC
	Arroz	80,69±0,00 bB	0,53±0,00 dAB	1,04±0,03 cA	1,67±0,52 cA	6,05±0,02 dAB
60	Milho	78,04±0,13 bB	1,14±0,13 bAB	4,92±0,15 bC	4,02±0,16 bAB	8,63±0,28 cB
	Dieta	64,56±0,04 cC	2,92±0,06 aBC	4,96±0,14 bB	2,65±0,17 cB	18,87±1,16 bAB
	Amendoim	17,15±0,02 dC	2,44±0,10 aBC	54,20±0,25 aC	33,01±2,70 aC	25,25±0,41 aC
	Arroz	80,65±0,05 aB	0,52±0,04 cAB	0,97±0,06 cA	1,20±0,20 dA	5,98±0,13 dAB
90	Milho	77,49±0,10 bB	1,12±0,11 bB	4,60±0,18 bCD	3,94±0,06 bAB	3,59±0,48 cC
	Dieta	64,43±0,06 cC	2,88±0,09 aC	4,04±0,20 bC	2,43±0,04bcB	18,29±0,14 bB
	Amendoim	13,54±0,10 dE	2,30±0,02 aBC	53,47±0,17 aD	32,61±1,55 aC	27,19±0,27 aB
	Arroz	80,62±0,05 aB	0,48±0,05 cAB	0,94±0,03 cA	0,95±0,35 dA	5,98±0,12 dAB
120	Milho	77,37±0,04 bB	1,09±0,10 bB	4,40±0,32 bD	3,19±0,02 bAB	8,58±0,13 cB
	Dieta	63,83±0,11 cCD	2,83±0,43 aCD	2,52±0,05 cD	2,24±0,10 cB	13,82±0,66 bC
	Amendoim	16,38±0,09 dCD	2,26±0,10 aC	50,92±0,57 aE	31,78±3,13 aC	22,38±0,36 aD
	Arroz	80,58±0,16 aB	0,44±0,05 cAB	0,84±0,03 dA	0,72±0,08 dA	5,53±0,48 dB
150	Milho	73,93±0,11 bC	0,66±0,01 cC	2,82±0,31 bE	2,66±0,28 bB	8,38±0,29 cB
	Dieta	63,13±0,04 cD	2,63±0,26 aD	1,05±0,01 cE	2,19±0,18 bB	10,00±0,50 bD
	Amendoim	16,10±0,10 dD	1,89±0,14 bD	33,15±0,09 aF	30,87±1,80 aC	25,19±0,39 aC
	Arroz	80,11±0,03 aB	0,42±0,03 cB	0,77±0,10 dA	0,39±0,06 cA	0,99±0,11 dC

Letras maiúsculas indicam diferença entre as farinhas (no mesmo tempo) e letras minúsculas indicam diferença entre os tempos de armazenamento (nas diferentes farinhas) segundo o teste Tukey a 95% de probabilidade

A farinha de amendoim demonstra maior conteúdo lipídico, protéico e de fibra bruta que as demais farinhas. Já em relação a carboidratos, a farinha de arroz se mostra mais rica, que a farinha de milho no tempo 0. Para os resultados obtidos em relação a cinzas ao final de cada tempo de armazenamento, a dieta artificial proporcionou maiores médias (Tabela III.3).

Valores próximos aos observados neste trabalho foram encontrados na proporção média de 7,1% de proteínas, 0,55% de lipídeos e 0,42% de cinzas para farinha de arroz (IWASHITA et al., 2011; FONSECA et al., 2014; VIEIRA et al., 2008); para farinha de amendoim foram encontrados teores de 27 a 31% de proteínas e 2,22 a 3,35% de cinzas (MORA-ESCOBEDO et al., 2015; ARAÚJO et al., 2007) e o percentual médio para proteínas de 9,7%, fibra total de 4,16 a 4,02%, cinzas 1,32 a 1,49% e carboidratos de 99,56% para farinha de milho (BLANCO-METZLER 2000; CALLEGARO et al., 2005; ÖZKAYA et al., 2009; WONG & LEE, 2011).

Na Tabela III.4 estão presentes as médias obtidas pela análise de variância (ANOVA) para valor calórico (VC), acidez, atividade de água (a_w), pH e teor de água. Pode-se observar que o VC, acidez e pH para todas as farinhas ao longo do armazenamento foram reduzidos, porém a a_w e teor de água se elevaram. A a_w para farinha de arroz se estabilizou a partir dos 90 dias em 0,63. Damodaran et al., (2010) relatam que a a_w é uma das variáveis mais importantes para o armazenamento de produtos alimentícios, ou seja, existe uma relação, entre o conteúdo de água de um alimento e sua perecibilidade.

Observa-se que a dieta artificial foi a mais afetada em seu teor de água ao final do armazenamento, ocorrendo aumento de 4,98% ao final do experimento, o tratamento menos afetado foi a farinha de arroz com variação de 0,8% para o mesmo tempo da dieta (Tabela III.4). O teor de água é um dos componentes presente no alimento de extrema importância, pois é um dos responsáveis pela aceleração de reações químicas e enzimáticas, influenciando na qualidade do produto. Nansen et al., (2009) observou que o teor de água influenciou na densidade populacional de *Rhyzopertha dominica*, *Cryptolestes ferrugineus* e *T. castaneum*, isto indica que ao realizar elaboração de dietas destinadas a criação de insetos de produtos armazenados, é aconselhado que o mesmo tenha em sua composição maior percentagem de teor de água para obter sucesso na criação.

A acidez na farinha de milho foi reduzida em 0,82%, sendo o maior entre os produtos, já a farinha de arroz foi a menor entre os tratamentos com 0,6%. No entanto o VC para farinha de amendoim sofreu decréscimo em 279,55% após cinco meses de armazenamento e a farinha de arroz passou de 357,45% em 0 dias para 351,87% 150 dias, sendo o tratamento com menor variação ao longo do armazenamento. Nota-se que a farinha de amendoim nos 30 e 60 dias não sofreu qualquer variação para a_w e pH (Tabela III.4).

A farinha de amendoim para 0 dias mostrou-se com menor teor de água e a_w , seguida da farinha de milho, isto indica que as farinha de arroz e dieta artificial são mais sujeitas a deterioração entre os tratamentos. Para Alzamora (1984) a atividade de água é considerada como uma propriedade fundamental no controle de qualidade de alimentos, por expressar o teor de água que se encontra no estado livre. De acordo com Fonseca & Cantarelli (1984) os microrganismos têm seu desenvolvimento condicionado à existência de água disponível, sendo considerado um ambiente adequado para multiplicação de insetos na faixa entre 50 a 70% de umidade relativa, este parâmetro está diretamente ligado com atividade e teor de água presente na farinha (JAYAS et al., 1995). Isto indica que é de extrema importância conter valores de atividade de água elevado para dieta artificial de insetos, pois o mesmo proporciona melhores condições na criação e manutenção dos mesmos. Já em relação ao pH a farinha de arroz mostrou-se menos afetada, baixando seu pH em 0,23 e a dieta artificial em 0,85 ao final do trabalho, indicando que a dieta sofreu maior alteração em seu pH. Segundo Azevedo et al., (2012) a medida que o pH do alimento reduz, aumenta-se a proporção de moléculas de ácido na forma não dissociada e ocorre conseqüente maior eficácia como agente antimicrobiano, evitando sabor e odor desagradável (CECCHI, 2003).

Tabela III.4 - Resultado da análise físico-química de farinha de milho, amendoim, arroz e dieta artificial durante seis períodos de estocagem.

Dias	Farinha	Kcal	Acidez	a_w	pH	Teor de água
		Média% ± DP	Média% ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média% ± DP
0	Milho	392,10±1,15 bA	1,20±0,05 bA	0,50±0,001 bF	6,13±0,02 bA	6,57±0,13 cF
	Dieta	382,06±1,38 cA	1,56±0,57 aA	0,58±0,002 aF	6,40±0,04 abA	7,34±0,15 bF
	Amendoim	664,06±0,08 aA	0,33±0,00 cA	0,46±0,00 cE	6,44±0,01 abA	1,95±0,20 dD
	Arroz	357,45±0,95 dA	0,20±0,00 cdA	0,57±0,001 abE	6,57±0,07 aA	11,67±0,46 aCD
30	Milho	388,07±1,08 bB	0,95±0,18 bB	0,54±0,00 cE	6,11±0,04 bA	6,99±0,16 cE
	Dieta	376,47±0,82 cB	1,55±0,00 aA	0,60±0,003 bE	5,94±0,58 cB	7,86±0,10 bE
	Amendoim	647,08±0,66 aB	0,32±0,06 cA	0,50±0,002 dD	6,39±0,02 aA	2,36±0,05 dC

	Arroz	356,85±2,06 dAB	0,19±0,003 dA	0,64±0,006 aA	6,55±0,02 aAB	11,33±0,23 aD
60	Milho	385,38±1,69 bC	0,69±0,00 bC	0,55±0,002 bD	6,06±0,01 abAB	7,59±0,17 cD
	Dieta	366,70±2,13 cC	1,28±0,00 aB	0,63±0,002 aD	5,81±0,02 bBC	9,02±0,17 bD
	Amendoim	647,13±1,48 aB	0,32±0,05 cA	0,50±0,005 cD	6,39±0,00 aA	2,46±0,27 dC
	Arroz	355,16±0,81 dBC	0,17±0,06 dA	0,62±0,002 abD	6,41±0,05 aBC	11,95±0,19 aBC
90	Milho	383,42±1,51 bC	0,53±0,11 bCD	0,56±0,002 bC	5,98±0,02 bAB	8,32±0,02 cC
	Dieta	360,28±1,51 cD	1,24±0,07 aB	0,63±0,002 aC	5,70±0,01 bCD	10,27±0,29 bC
	Amendoim	632,55±1,33 aC	0,16±0,05 cA	0,52±0,002 cC	6,33±0,03 aA	3,03±0,33 dB
	Arroz	354,10±0,18 dC	0,16±0,06 cA	0,63±0,003 aB	6,49±0,02 aABC	12,01±0,15 aBC
120	Milho	371,29±0,95 aD	0,50±0,05 bCD	0,58±0,001 bB	5,94±0,01 bBC	9,20±0,36 bB
	Dieta	353,47±1,66 bE	1,20±0,05 aB	0,64±0,002 aB	5,56±0,01 bD	11,90±0,36 aB
	Amendoim	543,32±0,63 cD	0,16±0,00 cA	0,53±0,00 cB	6,33±0,03 aA	3,35±0,09 cB
	Arroz	354,71±0,88 bBC	0,14±0,00 cA	0,63±0,003 abCD	6,48±0,02 aABC	12,05±0,04 aB
150	Milho	368,88±1,18 bE	0,38±0,05 bD	0,61±0,003 cA	5,80±0,02 bC	10,22±0,08 bA
	Dieta	344,33±0,07 dF	1,19±0,05 aB	0,65±0,002 aA	5,55±0,00 cD	12,32±0,06 aA
	Amendoim	384,51±0,52 aE	0,14±0,003 cA	0,58±0,003 dA	5,82±0,01 bB	3,74±0,26 cA
	Arroz	351,87±0,60 cD	0,14±0,05 cA	0,63±0,001 bC	6,34±0,03 aC	12,47±0,03 aA

Letras maiúsculas indicam diferença entre as farinhas (no mesmo tempo) e letras minúsculas indicam diferença entre os tempos de armazenamento (nas diferentes farinhas) segundo o teste Tukey a 95% de probabilidade; Kcal - Valor calórico; a_w - Atividade de água

A Tabela III.5 apresenta os dados dos parâmetros colorimétricos obtidos ao longo de cinco meses para farinha de arroz, milho, amendoim e dieta. De acordo com Biscaro & Canniatti-Brazaca (2006) o valor L* (luminosidade) varia do branco (L* = 100) ao negro (L* = 0), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b) ao azul (-b) e valor a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a) ao verde (-a).

Pode-se observar que a variável L* tendeu ao branco, ocorrendo pequenas elevações ao longo do tempo para farinha de milho, este fato também foi observado para farinha de amendoim até os 90 dias, ao chegar aos 120 dias decresceu (tendeu ao negro) e aos 150 dias elevou novamente, este fato indica que a farinha de amendoim passou do escuro para o branco até os 90 dias de armazenamento. Segundo Chukwumah et al., (2009) o amendoim apresenta coloração que varia entre o marrom claro e o vermelho escuro.

Analisando a Tabela III.5 verifica-se que para a variável L* a dieta ocorreu escurecimento gradativo até os 90 dias, após este período se manteve entre 66,18 a 66,48 (L*). A farinha de arroz foi o tratamento que sofreu mudanças em sua luminosidade de 0 (L* 88,57) para 30 (L* 69,43) dias de armazenamento. Trabalho conduzido por Becker, (2010) encontrou os seguintes valores para cor L* 92,49; a* - 0,22; b* 5,06 da farinha de arroz, os valores L* e b* estão próximos aos encontrados neste trabalho, esta discrepância para a* pode estar ligada com o tipo de cultivar, tratos

culturais ou processamento, pois os mesmos podem influenciar em várias características do produto em análise (KOPPELMAN et al., 2016; FERREIRA et al., 2013).

Para todas as farinhas o valor de b* tendeu para o vermelho com exceção da farinha de arroz para 0, 60, 90, 120 e 150 dias, o mesmo ocorreu com a variável a* tendendo para o amarelo (Tabela III.5.)

Tabela III.5 – Médias das variáveis a* b* L* para cores das farinhas de milho, amendoim, arroz e dieta artificial durante seis períodos de armazenagem.

Dias	Farinha	Cor a*	Cor b*	Cor L*
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
0	Milho	8,19±0,13 bA	29,22±1,14 bB	67,46±1,05 cD
	Dieta	4,78±0,13 cE	19,72±1,14 cE	69,86±1,05 bA
	Amendoim	16,66±0,33 aB	35,96±0,40 aD	45,05±0,13 dD
	Arroz	0,18±0,27 dB	7,10±0,49 dC	88,57±1,21 aB
30	Milho	7,51±0,18 bB	29,92±0,72 bB	67,87±0,76 bCD
	Dieta	5,28±0,03 cD	21,88±0,10 cD	69,43±0,06 aA
	Amendoim	17,06±0,04 aA	38,11±0,29 aB	47,36±0,12 cBC
	Arroz	5,28±0,28 cA	21,88±0,89 cA	69,43±0,54 aD
60	Milho	8,21±0,02 bA	31,45±0,20 bA	68,87±0,11 bB
	Dieta	6,21±0,16 cC	23,67±0,84 cC	66,20±0,49 cB
	Amendoim	17,16±0,03 aA	38,49±0,49 aAB	47,39±0,27 dBC
	Arroz	0,06±0,05 dBCD	8,33±0,31 dB	88,93±0,19 aAB
90	Milho	7,03±0,17 bC	31,71±0,81 bA	68,59±0,48 bBC
	Dieta	6,28±0,03 cBC	23,76±0,32 cBC	64,22±0,18 cC
	Amendoim	16,51±0,03 aB	39,37±0,26 aA	48,55±0,17 dA
	Arroz	-0,06±0,03 dCD	8,81±0,09 dB	87,30±0,05 aC
120	Milho	7,47±0,17 bB	29,97±0,60 bB	68,84±0,32 bB
	Dieta	6,85±0,03 cA	25,29±0,16 cA	66,18±0,10 cB
	Amendoim	16,44±0,03 aB	37,70±0,13 aBC	47,65±0,09 dB
	Arroz	-0,14±0,05 dD	8,65±0,12 dB	89,61±0,09 aA
150	Milho	7,07±0,35 bC	29,03±0,75 bB	69,70±0,43 bA
	Dieta	6,48±0,04 cB	24,64±0,29 cAB	66,48±0,39 cB
	Amendoim	15,91±0,04 aC	36,85±0,21 aCD	46,67±0,15 dC
	Arroz	0,12±0,11 dBC	8,34±0,19 dB	88,92±0,08 aAB

Letras maiúsculas indicam diferença entre as farinhas (no mesmo tempo) e letras minúsculas indicam diferença entre os tempos de armazenamento (nas diferentes farinhas) segundo o teste Tukey a 95% de

No Quadro III.1 encontra-se o percentual de partículas retidas em diferentes malhas para farinha de arroz infestada e não infestada com carunchos. Observa-se que a distribuição das partículas foram bastante heterogênea, com retenção em todas as aberturas, porém no mês dois o procedimento infestado reteve 0,02%. O índice de

uniformidade (IU) das partículas das farinhas foram classificadas como grossas (entre 0,710 e 0,355 mm), médias (0,180 a 0,150 mm) e finas (0,075 a 0,038). Vale ressaltar que na literatura não foram encontrados trabalhos que avaliaram a granulometria de farinhas infestadas com insetos.

O percentual total das amostras retidas (AR) foi superior a 98,10% para todas as farinhas (Quadro III.1, 2, 3 e 4) estando de acordo com as normas AACC (2000).

Ao observar os procedimentos para o mês um, podemos concluir que a farinha com infestação (2,34%) reteve mais partículas em relação a não infestada (1,33%). Já no mês dois a farinha infestada obteve maior percentual de partículas retidas em malhas com aberturas grossas e médias, isto pode ter ocorrido porque a atividade metabólica dos insetos dentro da farinha auxilia o ganho de teor de água, fazendo com que as partículas fiquem maiores. Segundo Pinto et al., (2002) o aumento do teor de água se deve ao metabolismo dos insetos, devido a sua respiração e excreção (FLINN & HAGSTRUM, 1990; HAGSTRUM & FLINN, 1990).

Trabalho conduzido por Fernanda, (2010) identificou maior percentagem de partículas de farinha de arroz para malha 180 a 80 mm; Dors et al., (2006) ao realizar análise granulométrica com farinha de arroz crua encontrou maior percentual de rendimento para a peneira com abertura de 0,125 mm, sendo 72,17% (144,88 g) e para abertura de 0,074 mm de 3,53 g (1,76%) (DORS et al., 2006).

Quadro III.1 - Análise granulométrica de farinha de arroz em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestada com *Tribolium castaneum* e não infestada)

Tempo/IU	Procedimento	Abertura (mm)/%AR						Coletor	% total AR
		0,710	0,355	0,180	0,150	0,075	0,038		
Mês 0	Não Infestado	2,07	5,24	80,22	1,28	10,08	0,14	-	99,03
IU	Não Infestado	0,73		8,15		1,02		-	-
Mês 1		0,99	5,79	75,53	2,69	13,02	0,27	-	98,29
IU	Não Infestado	0,68		7,82		1,33		-	-
Mês 1		0,43	0,28	70,64	3,38	22,37	1,01	-	98,11
IU	Infestado	0,07		7,40		2,34		-	-
Mês 2		1,42	16,94	72,00	1,84	6,26	0,16	-	98,63
IU	Não Infestado	1,84		7,39		0,64		-	-
Mês 2		2,76	45,80	44,02	1,63	5,32	0,10	0,02	99,65
IU	Infestado	4,86		4,57		0,54		-	-
Mês 3		4,91	24,78	60,06	1,91	6,94	-	-	98,62
IU	Não Infestado	2,97		6,20		0,69		-	-
Mês 3		0,40	9,74	60,85	5,75	20,40	1,21	-	98,35

IU	Infestado	1,01	6,66	2,16	-	-			
Mês 4		3,76	23,43	62,66	4,34	4,59	0,12	-	98,91
IU	Não Infestado	2,72	6,70	0,47	-	-			
Mês 4		0,42	23,03	57,90	5,21	12,36	-	-	98,93
IU	Infestado	2,35	6,31	1,24	-	-			
Mês 5		2,45	13,26	72,12	2,81	7,61	0,23	-	98,47
IU	Não Infestado	1,57	7,49	0,78	-	-			
Mês 5		1,47	26,46	49,51	12,15	7,64	0,87	-	98,10
IU	Infestado	2,79	6,17	0,85	-	-			

IU = Índice de uniformidade; AR = Amostras retidas

A maior quantidade de partículas retidas no mês 1 foi para malhas grossas para os dois procedimentos, porém ao longo do armazenamento a farinha de milho não infestada não apresentou nenhum percentual de retenção para malhas finas (mês 2 e 3), já a farinha infestada reteve um baixo percentual (0,01%). Ao término do experimento o tratamento infestado proporcionou menor retenção para malha grossa, sendo 6,01% (Quadro III.2.)

Quadro III.2 - Análise granulométrica de farinha de milho em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestada com *Tribolium castaneum* e não infestada)

Farinha de Milho									
Tempo/IU	Procedimento	Abertura (mm)/%AR						Coletor	% total AR
		0,710	0,355	0,180	0,150	0,075	0,038		
Mês 0	Não Infestado	68,16	29,09	2,45	0,07	0,03	-	-	99,80
IU	Não Infestado	9,73	0,25	0,01	-	-	-	-	
Mês 1		71,40	22,45	5,27	0,07	0,09	-	-	99,28
IU	Não Infestado	9,39	0,53	0,01	-	-	-	-	
Mês 1		42,95	48,27	7,28	0,08	0,18	-	-	98,75
IU	Infestado	9,12	0,74	0,02	-	-	-	-	
Mês 2		84,63	14,41	0,38	-	-	-	-	99,42
IU	Não Infestado	9,90	0,04	-	-	-	-	-	
Mês 2		62,89	35,62	0,78	0,01	0,02	-	-	99,32
IU	Infestado	9,85	0,08	0,01	-	-	-	-	
Mês 3		85,20	14,21	0,43	-	-	-	-	99,84
IU	Não Infestado	9,94	0,04	-	-	-	-	-	
Mês 3		55,40	40,36	3,32	0,03	0,07	-	-	99,17
IU	Infestado	9,58	0,34	0,01	-	-	-	-	
Mês 4		57,17	35,78	6,16	0,08	0,05	-	-	99,24
IU	Não Infestado	9,30	0,62	0,01	-	-	-	-	
Mês 4		65,24	31,77	1,78	0,01	-	-	-	98,81
IU	Infestado	9,70	0,18	-	-	-	-	-	

Mês 5		64,29	31,36	3,52	0,12	0,19	-	-	99,48
IU	Não Infestado	9,57		0,37		0,02		-	-
Mês 5		30,91	29,20	20,06	4,35	8,16	6,17	-	98,85
IU	Infestado	6,01		2,44		1,43		-	-

IU = Índice de uniformidade; AR = Amostras retidas

Ao analisar a farinha de amendoim no Quadro III.3, observa-se que não ocorreu retenção para as malhas inferiores a 0,180 mm, no entanto ao longo do armazenamento os valores foram próximos entre os procedimentos, isto indica que os insetos não influenciaram no tamanho das partículas.

Quadro III.3 - Análise granulométrica de farinha de amendoim em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestado com *Tribolium castaneum* e não infestado)

Tempo/IU	Procedimento	Abertura (mm)/%AR						Coletor	% total AR
		0,710	0,355	0,180	0,150	0,075	0,038		
Mês 0	Não Infestado	97,81	2,07	0,05	-	-	-	-	99,93
IU	Não Infestado	9,99		0,01		-		-	-
Mês 1		88,77	10,59	0,01	-	-	-	-	99,37
IU	Não Infestado	9,94		0,01		-		-	-
Mês 1		86,29	13,32	0,06	-	-	-	-	99,67
IU	Infestado	9,96		0,01		-		-	-
Mês 2		92,11	6,14	0,99	-	-	-	-	99,24
IU	Não Infestado	9,83		0,10		-		-	-
Mês 2		91,32	8,19	0,01	-	-	-	-	99,53
IU	Infestado	9,95		0,01		-		-	-
Mês 3		93,23	6,51	0,03	-	-	-	-	99,78
IU	Não Infestado	9,98		0,01		-		-	-
Mês 3		81,83	17,45	0,20	-	-	-	-	99,48
IU	Infestado	9,93		0,02		-		-	-
Mês 4		91,17	7,83	0,05	-	-	-	-	99,06
IU	Não Infestado	9,90		0,01		-		-	-
Mês 4		82,01	17,10	0,35	-	-	-	-	99,47
IU	Infestado	9,91		0,04		-		-	-
Mês 5		94,60	4,94	0,02	-	-	-	-	99,55
IU	Não Infestado	9,95		0,01		-		-	-
Mês 5		80,27	18,73	0,50	-	-	-	-	99,49
IU	Infestado	9,90		0,05		-		-	-

IU = Índice de uniformidade; AR = Amostras retidas

A dieta artificial apresentou valores próximos entre os procedimentos ao longo do armazenamento, porém nos meses três e quatro o tratamento infestado proporcionou

maior retenção em partículas médias (Quadro III.4), porém para o mesmo tempo o tratamento não infestado reterão maiores percentuais de farinha finas.

Quadro III.4 - Análise granulométrica de farinha de dieta artificial em diferentes aberturas para interação tempo (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) e procedimento (infestado com *Tribolium castaneum* e não infestado)

Tempo/IU	Procedimento	Abertura (mm)/%AR						Coletor	% total AR
		0,710	0,355	0,180	0,150	0,075	0,038		
Mês 0	Não Infestado	5,15	21,03	40,71	7,45	21,54	3,32	-	99,20
IU	Não Infestado	2,62		4,82		2,49		-	-
Mês 1		5,20	19,61	43,17	6,86	19,83	4,05	-	98,72
IU	Não Infestado	2,48		5,00		2,39		-	-
Mês 1		5,61	19,34	37,35	6,89	25,78	3,58	-	98,53
IU	Infestado	2,49		4,42		2,94		-	-
Mês 2		4,73	22,43	44,38	6,02	18,91	1,78	-	98,25
IU	Não Infestado	2,71		5,04		2,07		-	-
Mês 2		5,77	20,31	41,47	8,80	20,88	1,44	-	98,66
IU	Infestado	2,61		5,03		2,23		-	-
Mês 3		6,81	23,91	47,72	9,36	11,27	0,01	-	99,08
IU	Não Infestado	3,07		5,71		1,13		-	-
Mês 3		10,89	20,04	48,85	15,82	3,72	-	-	99,32
IU	Infestado	3,09		6,47		0,37		-	-
Mês 4		9,63	20,66	39,59	8,01	17,45	3,52	-	98,86
IU	Não Infestado	3,03		4,76		2,10		-	-
Mês 4		12,78	21,04	43,59	17,45	4,51	-	-	99,36
IU	Infestado	3,38		6,10		0,45		-	-
Mês 5		5,68	20,09	33,87	7,06	28,74	3,00	-	98,44
IU	Não Infestado	2,58		4,09		3,17		-	-
Mês 5		33,88	22,62	38,77	3,67	0,56	-	-	99,49
IU	Infestado	5,65		4,24		0,06		-	-

IU = Índice de uniformidade; AR = Amostras retidas

III.4. CONCLUSÃO

Com base nas condições em que foram desenvolvidas essa pesquisa pode-se afirmar que:

1. Na presença do *Tribolium castaneum* a atividade de água e teor de água das farinhas tendem a aumentarem;
2. Farinhas quando infestadas por *Tribolium castaneum* apresentaram maiores teores de cinzas;

3. A farinha de milho apresenta maior teor de fibra bruta quando não infestada por *Tribolium castaneum*;
4. Infestação por *Tribolium castaneum* não interfere no percentual proteico da farinha de milho, arroz e dieta artificial;
5. A dieta artificial e farinha de milho têm maior teores de acidez quando infestadas por *T. castaneum*;
6. pH, lipídeos e valor calórico das farinhas alimentícias são influenciados com a infestação dos insetos;
7. Carboidratos nas farinhas de arroz, dieta e amendoim, diminuem com a infestação de *Tribolium castaneum*;
8. Os parâmetros para cor L*, a* e b* das farinhas de milho, arroz e dieta são alterados em suas colorações com a infestação dos insetos;
9. Teores de carboidratos, cinzas, lipídeos, fibra total e proteínas de todas as farinhas diminuem significativamente ao longo do tempo de armazenamento, estabilizando-se a partir entre 90 e 150 dias de armazenamento;
10. A distribuição das partículas das farinhas é heterogênea durante o tempo de armazenamento com e sem infestação de *Tribolium castaneum*.

III.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZAMORA, S. M. Preconservacion de frutas por métodos combinados. In: Congresso mundial de tecnologia de alimentos, 1984, Buenos Aires. **Anais...** [s.n.], 1984.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. ed. 9, Saint Paul, 1200 pag., 2000.

AMORIM, A. G.; SOUSA, T. A.; SOUZA, A. O. Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*). **Anais...**, VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação, pag. 1-6, 2012.

ANTUNES, L. E. G.; VIEBRANTZ, P. C.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R. G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, pag. 615–620, 2011.

AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. Washington: AOAC, ed. 16, v. 2, 850 pag., 1997.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. ed. 16, Arlington, 1141 pag., 1995.

AOAC. Association of official analytical chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 19 ed. Arlington, 2012.

ARAÚJO, I. M. S.; GONDIM, T. M. S.; COSTA, M. L. M.; SUASSUNA, T. M. F.; FEITOSA, R. M. Características físico-químicas de sementes de diferentes genótipos de amendoim. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, pag. 870-872, 2007.

ASCHERI, J. L. R.; NASCIMENTO, R. E.; SPEHAR, C. R. Composição química comparativa de farinha instantânea de quinoa, arroz e milho. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos - **comunicado técnico**, n. 52, pag. 1-4, 2002.

AZEVEDO, H, M, C.; PINTO, G. A.; BRITO, E. S.; AZEREDO, R, M, C. **Fundamento de estabilidade de alimentos: alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem**. Brasília: Embrapa, ed. 2, 326 pag., 2012.

BECKER, F. S.; EIFERT, E. C.; SOARES JUNIOR, M. S.; TAVARES, J. A. S.; CARVALHO, A. V. Mudanças químicas e viscoamilográficas em farinhas de diferentes genótipos de arroz submetidas à extrusão. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, pag. 1911-1917, 2013.

BEEMAN, R. W.; HAAS, S.; FRIESEN, K. (2016). **Beetle wrangling tips: An Introduction to the care and handling of *Tribolium castaneum***. Unites States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS). Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=12892>, acessado em setembro de 2016.

BHANU PRAKASH, B.; SINGH, P.; YADAV, S.; S. C. SINGH, N. K. DUBEY, Safety profile assessment and efficacy of chemically characterized *Cinnamomum glaucescens* essential oil against storage fungi, insect, aflatoxin secretion and as antioxidant. **Food and Chemical Toxicology**, v. 53, pag. 160-167, 2013.

BISCARO, L. M.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, pag. 1130-1134, 2006.

BISHI, S. K.; MAHATMA, M. K.; KHATEDIYA, N.; CHAUHAN, S. M.; MISRA, J. B. Quality traits of Indian peanut cultivars and their utility as nutritional and functional food. **Food chemistry**, v. 167, pag. 107-114, 2015.

BLANCO-METZLER, A.; MONTERO-CAMPOS, M. L. A.; FEMÁNDEZ-PIEDRA, M. Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, n. 1, pag. 91-96, 2000.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, pag. 911-917, 1959.

BOEN, T. R.; SOEIRO, B. T.; PEREIRA FILHO, E. R.; LIMA-PALLONE, J. A. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 4, pag. 589-595, 2007.

BRASIL, **Portaria nº 254/2003**, Ministérios da economia, da agricultura, desenvolvimento rural e pescas, da saúde e das cidades, ordenamento do território e ambiente. Diário da república - I série-B, nº 66, pag. 1861-1865, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução n. 12/78**, Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional, 2003.

BURKOT, C. R. A qualidade desejada na secagem e armazenagem de grãos em uma cooperativa no município de Ponta Grossa – PR. **Revista de Gestão e Organizações Cooperativas**, v. 1, n. 2, pag. 39-50, 2014.

BURTON-FREEMAN, B. Dietary fiber and energy regulation. **Journal of Nutrition**, v. 130, pag. 272-275, 2000.

CALLEGARO, M. G. K.; DUTRA, C. B.; HUBER, L. S.; BECKER, L. V.; ROSA, C. S.; KUBOTA, E. H.; HECKTHEUR, L. H. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, pag. 271-274, 2005.

CAMARGO, A. C.; REGITANO - D'ARCE, M. A. B.; ALENCAR, S. M.; CANNIATTI - BRAZACA, S. G.; VIEIRA, T. M. F. S.; SHAHIDI, F. Chemical Changes and Oxidative Stability of Peanuts as Affected by the Dry-Blanching. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 93, pag. 1-9, 2016.

CAMARGO, A. C.; VIEIRA, T. M. F. S.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; ALENCAR, S. M.; CALORI-DOMINGUES, M. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Gamma Radiation Induced Oxidation and Tocopherols Decrease in In-Shell, Peeled and Blanched Peanuts. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, pag. 2827-2845, 2012.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: UNICAMP, ed. 2, 208 pag., 2003.

CHOUDHURY, G. S.; GAUTAM, A. Effects of hydrolysed fish muscle on intermediate process variables during twin-screw extrusion of rice flour. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 36, pag. 667–678, 2003.

CHUKWUMAH, Y.; WALKER, L.; VOGLE, B.; VERGHESE, M. Profiling of bioactive compounds in cultivars of Runner and Valencia peanut market-types using liquid chromatography/aPCI mass spectrometry, **Food Chemistry**, v. 132, pag. 525-531, 2012.

CHUNG, K. H.; SHIN, K. O.; HWANG, H. J.; CHOI, K. S. Chemical composition of nuts and seeds sold in Korea. **Nutrition Research and Practice**, v. 7, n. 2, pag. 82-88, 2013.

CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Food Technology**, v. 16, n. 2, pag. 139-146, 2013.

CUPPARI, L. Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto. Barueri: Manole, ed. 2, 474 pag. 2005.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**, Porto Alegre: Artmed, ed. 4, 900 pag., 2010.

ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos**. Pelotas: Santa Cruz, 362 pag., 2008.

FERREIRA, S. M.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BELEIA, A. D. P. Produção de açúcares redutores por hidrólise ácida e enzimática de farinha de arroz. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 4, pag. 383-390, 2013.

FLINN, P. W.; HAGSTRUM, D. W. Simulations comparing the effectiveness of various stored-grain management practices used to control the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). **Environmental Entomology**, v. 19, pag. 725-729, 1990

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for isolation and purification of total lipids. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 226, pag. 497 - 509, 1957.

FONSECA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; EIFERT, E. C.; GARCIA, D. M.; CALIARI, M. Technological, physicochemical and sensory changes of upland rice in soaking step of the parboiling process. **Acta Scientiarum**, v. 36, n. 4, pag. 753-760, 2014.

FONSECA, H.; CANTARELLI, P. R. **Princípios e métodos gerais de conservação de alimentos pelo controle da umidade, por preservativos e por radiações: embalagens**. In: CAMARGO, R.; FONSECA, H. Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos. São Paulo: Nobel, pag. 97- 112, 1984.

FREO, J. D.; MORAES, L. B. D.; COLUSSI, R.; MOSSMANN, J.; ELIAS, M. C.; GUTKOSKI, L. C. Propriedades físicas e tecnológicas de farinha de trigo tratada com terra diatomácea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, pag. 1076-1081, 2011.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. ed. 1, 512 pag., São Paulo: Nobel, 2008.

GIACOMELLI, D.; MONEGO, B.; DELAGUSTIN, M. G.; BORBA, M. M.; RICALDE, S. R.; FACCO, E. M. P.; SIVIERO, J. composição nutricional das farinhas

de milho pré-cozida, moída à pedra e da preparação culinária “polenta”. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 23, n. 3, pag. 415-420, 2012.

GOOD, H. Measurement of color in cereal products. **Cereal Foods World**, v. 47, n. 1, pag. 5-6, 2002.

HAGENIMANA, A.; DING, X.; FANG, T. Evaluation of rice flour modified by extrusion cooking. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n. 1, pag. 38-46, 2006.

HAGSTRUM, D. W.; FLINN, P. W. Simulations comparing insect species differences in response to wheat storage conditions and management practice. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, pag. 2469-2475, 1990.

HEISLER, G. E. R.; ANTÔNIO, G. A.; MOURA, R. S.; MENDONÇA, C. R. B.; GRANADA, G. G. Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 3, pag. 299-306, 2008.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de Alimentos**. v. 1, ed. IV, São Paulo: IMESP, 1020 pag., 2008.

IWASHITA, K. T. H.; MONTEIRO, A. R. G.; MARQUES, D. R.; OLIVEIRA, D. M.; JOIA, B. M.; QUELHAS, J. O. F. Influência da substituição da farinha de trigo por farinha de arroz em biscoitos moldados. **Revista Tecnológica**, ed. especial V, pag. 29-35, 2011.

JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. **Storage-grain ecosystems**. Canada, v. 13, 757 pag., 1995.

JUGENHEIMER, R. W. **Corn improvement, seed production, and uses**. John Wiley e Sons, 670 pag., 1976.

KESKIN, S.; OZKAYA, H. Effect of storage and insect infestation on the technological properties of wheat, **CyTA - Journal of Food**, v. 13, n. 1, pag. 134-139, 2015.

KOPPELMAN, S. J.; JAYASENA, S.; LUYKX, D.; SCHEPENS, E.; APOSTOLOVIC, D.; DE JONG, G. A.; CHENG, H. Allergenicity attributes of different peanut market types. **Food and Chemical Toxicology**, New York, v. 91, pag. 82-90, 2016.

LOPES, G. A. Z. Caracterização química, física e sensorial de produtos à base de amendoim. **Tese de doutorado**, UNESP, Araraquara, 97 pag., 2012.

LORINI, I. Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional. **Conheita & Armazenagem - Visão Agrícola**, nº 13, pag. 127-129, 2015.

LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. Instituto Biogeneziz, Campinas, 1000 pag., 2002.

MATTES, R. D.; KIRKMEYER, S. V. Effects of foods attributes on hunger and food intake. **International Journal of Obesity**, v. 24, n. 9, pag. 1167-1175, 2000.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, pag. 50-55, 2000.

MELO, B. A.; OLIVEIRA, S. R.; LEITE, D. T.; BARRETO, C. F.; SILVA, H. S. Inseticidas botânicos no controle de pragas de produtos armazenados. **Revista Verde**, v. 6, n. 4, pag. 01-10, 2011.

MODA-CIRINO, V.; RIBEIRO, G. P.; BURATTO, J. S.; SOUZA, S. N. M.; FONSECA JR, N. S. Teor de óleo e estabilidade fenotípica para rendimento de grãos em cultivares de amendoim. **Científica**, v. 43, n. 4, pag. 378-387, 2015.

MORA-ESCOBEDO, R.; HERNÁNDEZ-LUNA, P.; JOAQUÍN-TORRES, I. C.; ORTIZ-MORENO, A.; ROBLES-RAMÍREZ, M. D. C. Physicochemical properties and fatty acid profile of eight peanut varieties grown in Mexico. **CyTA – Journal of Food**, v. 13, n. 2, pag. 300–304, 2015.

MORA-ESCOBEDO, R.; HERNÁNDEZ-LUNA, P.; JOAQUÍN-TORRES, I. C.; ORTIZ-MORENO, A.; ROBLES-RAMÍREZ, M. D. C. Physicochemical properties and fatty acid profile of eight peanut varieties grown in Mexico. **CyTA – Journal of Food**, v. 13, n. 2, pag. 300–304, 2015.

OLIVEIRA, T. K. B.; MELO, B. A.; SILVA, J. F.; SILVA, R. S.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P. Resposta de *Tribolium castaneum* ao extrato de *Schinus terebinthifoliusraddi* (aroeira). **Revista a Barriguda**, v. 5, n. 3, pag. 157-0170, 2015.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 158 pag., 1978.

ÖZKAYA, H.; ÖZKAYA, B.; COLAKOGLU, A. S. Technological properties of a variety of soft and hard bread wheat infested by *Rhizopertha dominica* (F.) and *Tribolium confusum* du Val. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 7, pag. 166-172, 2009.

PINTO, U. M.; FARONI, L. R. D. A.; ALVES, W. M.; SILVA, A. A. L. Influência da densidade populacional de *Sitophilus zeamais* (Motsch.) sobre a qualidade do trigo destinado à panificação. **Acta Scientiarum**, v. 24, pag. 1407-1412, 2002.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagens de grãos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, 666 pag., 2000.

RODRIGUES, A. C.; STRÖHER, G. L.; FREITAS, A. R.; VISENTAINER, J. V.; OLIVEIRA, C. C.; SOUZA, N. E. The effect of genotype and roasting on the fatty acid composition of peanuts. **Food Research International**, v. 44, pag. 187–192, 2011.

SÁNCHEZ-MARIÑEZ, R. I.; CORTEZ-ROCHA, M. O.; ORTEGA-DORAME, F.; MORALES-VALDES, M.; SILVEIRA, M. I. End use quality of flour from *Rhizopertha dominica* infested wheat. **CerealChem**, v. 74, n. 4, pag. 481-483, 1997.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, pag. 45- 56, 2010.

SILVA, R. F.; ASCHIERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Composição centesimal e perfil de aminoácidos de arroz e pó de café. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**, v. 18, n. 3, pag. 325-330, 2007.

SILVA, V. B.; CARDOSO, R. C. V. Controle da qualidade higiênico-sanitária na recepção e no armazenamento de alimentos: um estudo em escolas públicas municipais de Salvador, Bahia. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 1, pag. 43-57, 2011.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO/Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação - NEPA UNICAMP. Campinas: NEPA-UNICAMP, ed. 4, 161 pag., 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Agricultural Research Service. **National nutrient database for standard reference: release 28. 2015**. Disponível em: <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>>, acesso em: 25 de dezembro de 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Agricultural Research Service. National nutrient database for standard reference: release 28. 2015. Disponível em: <<http://www.usda.gov>> acessado em 20 de novembro de 2016.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. **Tabela brasileira de composição de alimentos: versão 5.0**. 1998. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

VIEIRA, C. R.; LOPES Jr., C. O.; RAMOS, C. S.; CAPOBIANGO, M.; SILVESTRE, M. P. C. Extração enzimática das proteínas da farinha de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, pag. 599-606, 2008.

VILAS BOAS, E. V. B. Alimentos e nutrientes. Lavras: UFLA/FAEPE, **monografia**, 70 pag., 1999.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, pag. 1184-1192, 2008.

WILKIN, J.D.; ASHTON, I.P.; FIELDING, L.M.; TATHAM, A.S. Storage stability of whole and nibbed, conventional and high oleic peanuts (*Arachis hypogaea* L.). **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, n. 1, pag. 105-113, 2014.

WONG, N.; LEE, C. Relationship Between Population Growth of the Red Flour Beetle **Tribolium castaneum** and Protein and Carbohydrate Content in Flour and Starch. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 6 pag. 2088-2094, 2011.

XUE, M.; SUBRAMANYAM, B.*#.; SHI, Y. -C.; CAMPBELL, J.; HARTZER, M.; Development, relative retention, and fecundity of *Tribolium castaneum* (Herbst) on different starches. **Julius-Kühn-Archiv**, v. 425, pag. 207-211, 2010.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria para uso em rações de suínos e aves**. Comunicado Técnico, Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 5 pag., 1996.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *TRIBOLIUM CASTANEUM***

APÊNDICE CAPÍTULO I

**TAXA INSTANTÂNEA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL DE
TRIBOLIUM CASTANEUM EM DIFERENTES FARINHAS ALIMENTÍCIAS**



Figura A.I.1 – *Tribolium castaneum* atacando grão danificado de milho

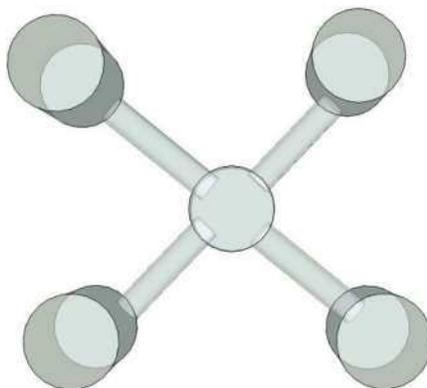


Figura A.I.2 – Modelo de arena olfatométrica utilizada nos testes de preferência alimentar



Figura A.I.3 – Arena com os devidos substratos

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *TRIBOLIUM CASTANEUM***

APÊNDICE CAPÍTULO II

**TAXA INSTANTÂNEA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL DE
TRIBOLIUM CASTANEUM EM DIFERENTES FARINHAS ALIMENTÍCIAS**



Figura A.II.1 – Armazenamento das farinhas

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ARMAZENADAS
COM E SEM INFESTAÇÕES DO *TRIBOLIUM CASTANEUM***

APÊNDICE CAPÍTULO III

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS ALIMENTÍCIAS
SUBMETIDAS A ARMAZENAMENTO COM E SEM *TRIBOLIUM
CASTANEUM***

Tabela A.III.1 - Análise de variância para acidez das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	31.390	10.46	604.29 **
PROCEDIMENTO	1	0.205	0.21	11.86 **
DIAS	5	1.357	0.27	15.67 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	0.167	0.06	3.21 *
FARINHA/DIAS	15	2.678	0.18	10.31 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	0.31	0.06	3.62 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	0.561	0.04	2.16 *
Tratamentos	47	36.67	0.78	45.06 **
Resíduo	96	1.66	0.02	
Total	143	38.33		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (21,50); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq P < 0,05$).

Tabela A.III.2 – Análise de variância para lipídios das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	61980.42	20660.14	475260.57 **
PROCEDIMENTO	1	13.12	13.11	301.74 **
DIAS	5	1127.71	225.54	5188.30 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	20.99	7.00	160.95 **
FARINHA/DIAS	15	1576.94	105.13	2418.37 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	46.64	9.33	214.60 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	89.05	5.94	136.57 **
Tratamentos	47	64854.87	1379.89	31742.66 **
Resíduo	96	4.17	0.04	
Total	143	64859.04		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (1.37); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$).

Tabela A.III.3 – Análise de variância para teor de umidade das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	1630.31	543.44	11725.86 **
PROCEDIMENTO	1	87.58	87.58	1889.77 **
DIAS	5	133.49	26.70	576.08 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	56.23	18.74	404.43 **
FARINHA/DIAS	15	70.39	4.70	101.26 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	64.40	12.88	277.92 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	62.99	4.20	90.60 **
Tratamentos	47	2105.40	44.80	966.57 **
Resíduo	96	4.45	0.05	
Total	143	2109.85		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (2.64); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)

Tabela A.III.4 – Análise de variância para atividade de água das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	0.29	0.10	18960.85 **
PROCEDIMENTO	1	0.20	0.20	39226.45 **
DIAS	5	0.068	0.01	2628.17 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	0.09	0.03	5790.66 **
FARINHA/DIAS	15	0.07	0.00	843.75 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	0.08	0.02	3254.56 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	0.04	0.00	526.35 **
Tratamentos	47	0.84	0.02	3477.58 **
Resíduo	96	0.00	0.00	
Total	143	0.84		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (0.39); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)

Tabela A.III.5 – Análise de variância para carboidrato das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	67215.23	22405.08	87555.91 **
PROCEDIMENTO	1	66.05	66.05	258.12 **
DIAS	5	6026.65	1205.33	4710.26 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	61.21	20.40	79.73 **
FARINHA/DIAS	15	8411.57	560.77	2191.42 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	173.25	34.65	135.41 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	183.44	12.23	47.79 **
Tratamentos	47	82137.39	1747.60	6829.39 **
Resíduo	96	24.57	0.26	
Total	143	82161.96		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (0.79); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)

Tabela A.III.6 – Análise de variância para cinzas das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	133.54	44.51	3301.55 **
PROCEDIMENTO	1	0.43	0.43	32.08 **
DIAS	5	3.53	0.71	52.33 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	0.36	0.12	8.89 **
FARINHA/DIAS	15	1.45	0.10	7.17 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	0.61	0.12	9.03 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	1.23	0.08	6.08 **
Tratamentos	47	141.15	3.00	
Resíduo	96	1.29	0.01	
Total	143	142.44		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (6.78); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)

Tabela A.III.7 – Análise de variância para cor a* das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	4634.37	1544.79	79014.65 **
PROCEDIMENTO	1	5.85	5.85	299.34 **
DIAS	5	33.73	6.75	345.06 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	12.26	4.09	209.06 **
FARINHA/DIAS	15	136.95	9.13	466.98 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	5.01	1.00	51.20 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	8.83	0.59	30.12 **
Tratamentos	47	4837.00	102.91	5264.00 **
Resíduo	96	1.88	0.02	
Total	143	4838.88		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (1.80); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)

Tabela A.III.8 – Análise de variância para cor L* das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	26594.29	8864.76	44321.51 **
PROCEDIMENTO	1	84.50	84.50	422.49 **
DIAS	5	369.34	73.87	369.32 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	90.20	30.07	150.32 **
FARINHA/DIAS	15	1698.82	113.25	566.24 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	85.82	17.16	85.81 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	166.83	11.12	55.61 **
Tratamentos	47	29089.80	618.93	3094.50 **
Resíduo	96	19.20	0.20	
Total	143	29109.00		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (0.67); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)

Tabela A.III.9 – Análise de variância para cor b* das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	14477.54	4825.85	14364.15 **
PROCEDIMENTO	1	42.59	42.59	126.76 **
DIAS	5	311.74	62.35	185.58 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	62.51	20.84	62.02 **
FARINHA/DIAS	15	835.27	55.69	165.75 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	17.207	3.44	10.24 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	41.96	2.80	8.33 **
Tratamentos	47	15788.82	335.93	999.90 **
Resíduo	96	32.25	0.34	
Total	143	15821.07		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (2.28); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)

Tabela A.III.10 – Análise de variância para fibra das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	25948.26	8649.42	4772.99 **
PROCEDIMENTO	1	0.245	0.25	0.14 ns
DIAS	5	146.25	29.25	16.14 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	65.24	21.75	12.00 **
FARINHA/DIAS	15	266.23	17.75	9.79 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	153.98	30.80	17.00 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	543.91	36.26	20.01 **
Tratamentos	47	27124.11	577.11	318.46 **
Resíduo	96	173.97	1.81	
Total	143	27298.08		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (12.78); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01); * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 ≤ P < 0,05); ns não significativo (P ≥ 0,05).

Tabela A.III.11 – Análise de variância para pH das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	8.99	3.00	370.43 **
PROCEDIMENTO	1	0.96	0.96	118.34 **
DIAS	5	1.00	0.20	24.79 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	0.11	0.04	4.67 **
FARINHA/DIAS	15	4.31	0.29	35.50 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	0.91	0.18	22.53 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	0.57	0.04	4.73 **
Tratamentos	47	16.85	0.36	44.33 **
Resíduo	96	0.78	0.01	

Total	143	17.63
-------	-----	-------

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (1.46); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01).

Tabela A.III.12 – Análise de variância para proteína das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	9279.87	3093.29	13429.84 **
PROCEDIMENTO	1	2.45	2.45	10.65 **
DIAS	5	449.28	89.86	390.12 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	3.41	1.14	4.94 **
FARINHA/DIAS	15	481.12	32.08	139.26 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	21.32	4.26	18.51 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	46.52	3.101	13.47 **
Tratamentos	47	10283.98	218.81	949.98 **
Resíduo	96	22.11	0.23	
Total	143	10306.09		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (3.43); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01).

Tabela 13 - Análise de variância para valor calórico das farinhas de milho, arroz, amendoim e dieta artificial, armazenada por cinco meses consecutivos com dois procedimentos (infestado e não infestado) e suas interações.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
FARINHA	3	1315519.50	438506.50	269448.75 **
PROCEDIMENTO	1	3362.10	3362.11	2065.91 **
DIAS	5	113004.42	22600.88	13887.55 **
FARINHA/PROCEDIMENTO	3	1870.13	623.38	383.05 **
FARINHA/DIAS	15	244635.79	16309.05	10021.41 **
PROCEDIMENTO/DIAS	5	1182.73	236.55	145.35 **
FARINHA/PROCEDIMENTO/DIAS	15	3491.91	232.79	143.05 **
Tratamentos	47	1683066.58	35809.93	22004.10 **
Resíduo	96	156.23	1.63	
Total	143	1683222.81		

GL - Graus de liberdade; SQ = Soma de quadrado; QM = Quadrado médio; F = Estatística do teste F; CV% - Coeficiente de variação (0.30); ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (P <0,01)