



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL- CÂMPUS ERECHIM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

AHLANA CAMILE TIRAN DE CAMPOS

DANOS EM TRIGO, CAUSADOS POR *Sitophilus oryzae* E *Rhizopertha dominica*, QUANDO ARMAZENADO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EXPOSTO A NÍVEIS DE INFESTAÇÃO

ERECHIM

2018

AHLANA CAMILE TIRAN DE CAMPOS

DANOS EM TRIGO, CAUSADOS POR *Sitophilus oryzae* E *Rhyzopertha dominica*, QUANDO ARMAZENADO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EXPOSTO A NÍVEIS DE INFESTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Câmpus Erechim/RS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, sob a orientação do Prof. D. Sc. Leandro Galon.

ERECHIM

2018

AHLANA CAMILE TIRAN DE CAMPOS

DANOS EM TRIGO, CAUSADOS POR *Sitophilus oryzae* E *Rhizopertha dominica*,
QUANDO ARMAZENADO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EXPOSTO A NÍVEIS
DE INFESTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Câmpus Erechim/RS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, defendido em banca examinadora em ____/____/20__

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon e Coorientador Dr. Paulo Roberto Valle da Silva Pereira.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon
Universidade Federal da Fronteira Sul
Orientador/Presidente

Dr. Paulo Roberto Valle da Silva Pereira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA TRIGO
Coorientador

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin
Universidade Federal da Fronteira Sul
Membro Externo

Erechim/RS
2018

AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela bolsa concedida, que proporcionou o desenvolvimento do trabalho.

Ao D. Sc. Leandro Galon pelas orientações e apoio para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Dr. Paulo Roberto de Valle da Silva Pereira, pela disponibilidade, orientação, auxílio, paciência e todo apoio para o desenvolvimento do trabalho.

Aos pesquisadores da Embrapa Trigo, Dr. Douglas Lau, Dr. Alberto Massaro Junior, pelo apoio e orientação no desenvolvimento do trabalho.

Aos técnicos e estagiários do laboratório de entomologia da Embrapa Trigo, em especial a Vania Bianchi e a Ana Paula Scarparo.

A minha família pelo apoio, compreensão, paciência e carinho, sem vocês não teria sido possível chegar ao final desta etapa.

Aos meus colegas do PPGCTA, pelo companheirismo.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, a qual me proporcionou cursar Agronomia e o Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Por fim agradeço a todos, que de uma forma ou outra, auxiliaram para o desenvolvimento desta pesquisa.

Muito obrigado!

RESUMO

O trigo é um dos cereais mais cultivados no mundo, e de fundamental importância econômica. O armazenamento é uma etapa fundamental para manter a qualidade dos produtos até sua distribuição final. Os insetos pragas de armazenamento são os principais agentes de perda em ambientes de armazenamento de grãos. No armazenamento de grãos de trigo os principais insetos que infestam os grãos são as espécies *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica*. Diante disso objetivou-se com o trabalho avaliar os danos causados por níveis de infestação de *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica* em grãos de trigo armazenado por 360 dias em diferentes temperaturas. O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Trigo, sendo os insetos *R. dominica* e *S. oryzae*, utilizados para as infestações. Esses insetos foram obtidos por criação em laboratório e conduzida sem padronização de idade. Os níveis de infestação inicial foram; zero, dois, quatro, seis e oito insetos não sexados para cada 0,3 kg de grãos de trigo, com quatro repetições cada. Distribuíram-se as amostras em quatro câmaras tipo "BOD" separadas, sendo cada uma regulada para manter diferentes temperaturas durante o período de armazenagem. As temperaturas avaliadas foram 10, 15, 20 e 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). As avaliações foram realizadas mensalmente no período de um ano, sendo avaliados as variáveis matéria seca (MS), peso hectolítrico (PH) e crescimento populacional. Após 12 meses de avaliações, para as duas espécies estudadas, nas temperaturas de 10 e 15°C e para todos os níveis de infestação, a população de insetos não se desenvolveu e o dano nos grãos, em MS, variou de 0 a 0,1%. Para *R. dominica*, a 20°C, verificou-se aumento variando de 1,8 e 3,0 vezes na população de insetos e de 0,81% de danos médios aos grãos. Para esta espécie a temperatura de 25°C apresentou incremento da população, variando de 695 a 2.330 vezes e os danos, em MS, ficaram entre 59 e 75%. Por outro lado, para *S. oryzae* a temperatura de 20°C foi a que propiciou o maior crescimento populacional, com incremento variando de 689 a 1632 vezes, e danos em MS de 48 a 81%. A temperatura de 25°C incrementou a população entre 28 e 373 vezes e os danos em MS variaram entre 1 a 13% para o *S. oryzae*. Espera-se, com este trabalho, fornecer subsídios para otimizar o manejo de pragas em grãos de trigo armazenado em relação aos efeitos de temperatura e do período de armazenamento.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; grãos armazenados; perdas de pós-colheita

ABSTRACT

Wheat is one of the most cultivated cereals in the world, and of fundamental economic importance. Storage is a key step in maintaining the quality of the products until their final distribution. Insect pests are the main storage loss agents in grain storage environments. In storage of wheat grains the main insects that infest the grains are the species *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica*. The objective of this study was to evaluate the damage caused by infestation levels of *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica* in wheat grains stored for 360 days at different temperatures. The experiment was conducted at Embrapa Trigo- Laboratório de Entomologia, with *R. dominica* and *S. oryzae* being used for infestations. These insects were obtained by laboratory creation and conducted without age standardization. Initial infestation levels were; zero, two, four, six and eight non-sexed insects for each 0.3 kg of wheat grains, with four replicates each. The samples were divided into four separate "BOD" type chambers, each being set to maintain different temperatures during the storage period. The temperatures evaluated were 10, 15, 20 and 25 ° C (± 2 ° C). The evaluations were carried out monthly in a one-year period, and the variables dry matter (DM), hectoliter (PH) and population growth. After 12 months of evaluations, for the two species studied, at temperatures of 10 and 15°C and for all levels of infestation, the insect population did not develop and grain damage in DM varied from 0 to 0.1%. For *R. dominica*, at 20°C, there was an increase ranging from 1.8 and 3.0 times in the insect population and 0.81% of average damage to the grains. For this species, the temperature of 25°C presented increment of the population, varying from 695 to 2,330 times and the damages in DM were between 59 and 75%. On the other hand, for *S. oryzae* the temperature of 20°C was the one that provided the greatest population growth, with increase ranging from 689 to 1632 times, and damages in MS from 48 to 81%. The temperature of 25 ° C increased the population between 28 and 373 times and the damage in MS ranged from 1 to 13% for *S. oryzae*. It is hoped, with this work, to provide subsidies to optimize the management of pests in stored grain grains in relation to the effects of temperature and storage period.

Key words: *Triticum aestivum*; Stored Grain; Post-harvest losses.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS	15
4.1 <i>Rhizopertha dominica</i>	15
4.1.1. Crescimento populacional.....	15
4.1.2. Perda de matéria seca (MS)	18
4.1.3. Peso hectolítrico (PH).....	19
4.2. <i>Sitophilus oryzae</i>	21
4.2.1. Crescimento populacional.....	21
4.2.2. Perda de matéria seca (MS)	22
4.2.3. Peso hectolítrico (PH).....	24
5. DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS	277

1. INTRODUÇÃO

A cultura de cereais surgiu a cerca de 11 mil anos A. C., no Oriente Médio e, posteriormente, na Europa, com a Revolução Neolítica. Desde essa época, a produção tem se destacado em paralelo à necessidade de equilibrar a demografia humana com os recursos alimentares e, também, em função de sua importância na economia global (CONAB, 2017).

A palavra trigo tem origem do vocábulo *triticum* e significa quebrado, triturado, fazendo referência à atividade que deve ser realizada para separar o grão da casca que o recobre. Pertence à família das gramíneas, ao gênero *Triticum* e tem como principais espécies de cultivo o *Triticum monococcum*, *Triticum durum* e *Triticum aestivum* (LEON et al., 2007).

O trigo é um dos cereais mais cultivados no mundo, junto com o milho e o arroz (TAKEITI, 2015). De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (2017), a produção mundial deste cereal cresce a cada safra. Os números mostram que desde 2014 até a atualidade, houve crescimento de 36 milhões de toneladas, ou seja, de 715 para 751 milhões de toneladas.

No Brasil, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), a produção de trigo na safra 2016/17 foi de 5,6 milhões toneladas. A produção brasileira de trigo tem maior concentração na região sul do país, sendo o Paraná o maior produtor, seguido do Rio Grande do Sul com produção de 1.887,6 mil toneladas.

Com relação à importação, os números mostram que o volume de trigo importado nos sete primeiros meses de 2017 foram os maiores, para o mesmo período, nos últimos quatro anos. Somente o Rio Grande do Sul já importou 309,68 mil toneladas, sendo que o total importado pelo país até agosto foi de 5.118,29 mil toneladas (ABITRIGO, 2017).

Percebe-se um eminente incremento na produção do trigo, visto que a demanda alimentar mundial também vem aumentando devido ao crescimento populacional. Entretanto, não basta apenas produzir, tem-se a necessidade que os produtos colhidos nas lavouras sejam mantidos com o mínimo de perdas tanto qualitativas quanto quantitativas.

Ao serem armazenados, os grãos ficam sujeitos à ação de diversos fatores, como calor, umidade, oxigênio, organismos associados, atividade enzimática, dentre outros. As perdas de pós colheita são estimadas em média de 10% da produção total. Ainda, de acordo com Arthur et al. (2012) as perdas de produtos armazenados podem atingir até 30% em alguns casos, sendo que 10% são causados exclusivamente pelo ataque de

pragas durante o armazenamento, sem considerar os danos ocasionados pela infestação de insetos, ataque de fungos, produção de micotoxinas e perda do valor nutricional (FURITATTI et al., 2004). Portanto, além da perda econômica imediata, se medidas preventivas não forem empregadas de maneira adequada, ocorrerá deterioramento dos grãos com maior facilidade, aumentando significativamente os números estimados (GERMANI, 2008). O armazenamento é uma das etapas de maior importância no processo de produção e está diretamente ligado a qualidade do produto que chega até o consumidor (COSTA et al., 2010). Deve-se destacar que além da busca por elevadas produtividades das culturas agrícolas, as mesmas precisam demonstrar qualidade dos grãos, principalmente no processo de armazenamento (ELIAS, 2003, LORINI, 2003, REGINATO et al., 2014).

De acordo com Elias (2003), o armazenamento nas propriedades rurais, deve ser visto como uma forma de incrementar a produção agrícola, para reduzir as dificuldades da comercialização de grãos, e facilitar os fluxos de oferta e demanda, com a manutenção de estoques e a racionalização do sistema de transportes, evitando-se, assim, os efeitos especulativos. Segundo Lorini (2015 b), as perdas de grãos ocasionadas por pragas em armazéns, presença de fragmentos de insetos em subprodutos alimentares, deterioração da massa de grãos, contaminação fúngica, presença de micotoxinas, efeitos na saúde humana e animal, dificuldades para exportação de produtos e subprodutos brasileiros devido ao potencial de risco, são alguns dos problemas que a armazenagem inadequada de grãos produz na sociedade brasileira. A capacidade da preservação da qualidade, da sanidade e do valor nutritivo dos grãos, durante o período de armazenagem, não depende só das condições de produção e de colheita, estando diretamente relacionada com as condições de armazenamento e de manutenção dos produtos durante a armazenagem (ELIAS, 2003).

O valor comercial do produto está diretamente relacionado ao seu nível de contaminação por pragas (LOECK, 2002). O processo para estabelecer os níveis de dano econômico é limitado para a determinação da infestação, visto que a maioria dos insetos permanece, durante seu ciclo, no interior do produto.

Para a produção de farinha de trigo, o Inmetro (2012) estabelece algumas normas, das quais pode-se destacar, um produto limpo, seco e isento de insetos vivos, odores, sabores estranhos ou impróprios ao produto. Além de não ser permitida a comercialização de farinha que apresentar substâncias nocivas à saúde, as características microscópicas e microbiológicas deverão estar em conformidade com a legislação específica vigente.

Os moinhos recebem amostras de trigo e analisam a qualidade tecnológica de lotes comerciais, isto é, de mesclas de cultivares, em termos de peso do hectolitro, de número de queda, de força de glúten, de cor, dentre outros parâmetros. A partir destas mesclas, a indústria moageira inicia a produção de farinhas e misturas que irão compor os inúmeros produtos finais do complexo agroindustrial do trigo (MIRANDA et al., 2009). Os principais causadores das perdas de pós colheita são as pragas de armazenamento, que comprometem a qualidade dos grãos e seus subprodutos.

De maneira geral, a infestação de pragas pode ser facilitada quando a conservação dos grãos é realizada de forma inadequada. Torna-se, então, necessário um efetivo programa de manejo que leve em consideração o tipo de cultivar, teor de água do grão, colheita, recepção, limpeza, temperatura, secagem, umidade relativa, aeração, refrigeração e período de armazenagem.

As principais pragas de grãos armazenados pertencem às ordens Coleoptera e Lepidoptera, popularmente conhecidos como besouros e traças, respectivamente (CERUTI et al., 2009; LORINI, 2018). Entre os besouros encontram-se as espécies: *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Cryptolestes ferrugineus*. Entre as traças as espécies mais importantes são: *Sitotroga cerealella*, *Plodia interpunctella* e *Ephestia kuehniella*. Entretanto, dentre as pragas citadas, as mais importantes economicamente são os coleópteros *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamais* por justificarem a maior parte do controle praticado (LORINI, 2018). Estas são pragas primárias, ou seja, atacam grãos e sementes íntegros, perfurando-os e penetrando-os para ovipositar no seu interior, permitindo o desenvolvimento das larvas e assim completando seu ciclo. Alimentam-se de todo o interior do grão, possibilitando a instalação de outros agentes de deterioração (LORINI, 2018). Estes besouros apresentam aparelho bucal do tipo mastigador, as asas anteriores são endurecidas e, normalmente formam uma caixa de proteção torácica e abdominal. Sendo assim, são muito resistentes, e podem movimentar-se em pequenos espaços entre os grãos, inclusive nas grandes profundidades dos silos e graneleiros (GASSEN, 1986; FARONI et al., 2006).

Sitophilus oryzae e *Sitophilus zeamais* são popularmente chamados de gorgulhos e pertencem à família Curculionidae, caracterizada pelo prolongamento cefálico em forma de tromba, denominado de rostro, onde ficam aderidas as peças bucais (FARONI et al., 2006). Tratam-se de pragas cujas larvas vivem exclusivamente no interior do grão e que os adultos podem atacar grãos tanto no campo quanto no armazém (infestação cruzada). Apresenta elevado potencial biótico, com média de 282 ovos por fêmea. O período médio

de oviposição é de 104 dias e o período de incubação oscila entre 3 e 6 dias, o ciclo evolutivo de ovo até a emergência do inseto adulto é em média de 34 dias. A postura é realizada na superfície dos grãos e as larvas, após se desenvolverem, empupam e se transformam em adultos ainda dentro do grão. Tanto os adultos quanto as larvas se alimentam do grão e os danos causados se refletem em perdas quantitativas e qualitativas (LORINI, 2015 a; BESPALHOK et al., 2015).

A *Rhyzopertha dominica*, pertence à família Bostrichidae, os adultos possuem corpo alongado e com aspecto cilíndrico, coloração castanho-escura e cabeça direcionada para baixo, sendo ainda ágeis voadores (FARONI et al., 2006). Pode ser considerada como a principal praga na pós-colheita de trigo, com alta incidência e de difícil controle (EDDE, 2012). A postura dos ovos pode ser em grupos ou isolados, sendo colocados em fendas e rachaduras na superfície dos grãos ou mesmo nos resíduos normalmente existentes na massa de grãos. A fêmea tem fecundidade média de até 250 ovos, dependendo da qualidade do alimento, condições de temperatura e umidade. Seu ciclo de vida é de aproximadamente 60 dias (POY, 1991). Possui elevado poder de destruição, sendo capaz de consumir 5 a 6 vezes o seu próprio peso em apenas uma semana. Tanto os adultos quanto as larvas causam danos, pois perfuram os grãos (POY, 1991; LORINI, 2015 b). Quando o grão é armazenado em temperaturas variando de 25 a 33° C, os insetos se multiplicam rapidamente (FIELDS et al., 1996), podendo causar danos significativos que variam da perda de peso até a qualidade, cuja extensão depende do tempo que estas populações permanecem na massa de grãos sem que sejam realizadas práticas de controle. O trigo infestado com insetos transfere para a farinha alterações na estabilidade da massa, no tempo de desenvolvimento, na absorção de água e no desenvolvimento das etapas de mistura (PINTO et al., 2002).

Para prevenção e controle de insetos que atacam grãos armazenados é possível lançar mão de práticas de controle físico, biológico e químico, que podem ser utilizadas de forma individual ou integrada.

O controle físico, segundo Banks et al., (1995), tem por principal objetivo manipular determinados atributos físicos do ambiente de armazenamento buscando eliminar ou reduzir a população de pragas para níveis toleráveis. Os principais atributos físicos são temperatura, umidade relativa do ar, teor de umidade, tipos de estruturas armazenadoras, pós inertes e atmosferas controladas, que podem ser utilizados de maneira combinada ou isolada (LORINI et al., 2015 b). A temperatura é o principal fator que influencia a biologia dos insetos em ambientes de grãos armazenados, atuando nas taxas de desenvolvimento, alimentação, fecundidade e sobrevivência (BANKS, et al. 1995). A

temperatura ótima para fecundidade e desenvolvimento populacional em pragas de grãos armazenados se situa entre 25 e 33° C (BIRCH, 1945; HOWE, 1965; LHALOUI et al., 1988), enquanto que abaixo de 20° C o desenvolvimento da maioria das espécies é reduzido ou cessa (FIELDS et al., 1996). Quando os insetos de armazenamento são submetidos a baixas temperaturas a taxa de fecundidade é reduzida e os insetos se desenvolvem de forma mais lenta (FIELDS et al., 1996). Nestas condições fazem com que o tempo para que uma população cresça a ponto de causar danos significativos seja bastante longo (HAGSTRUM et al., 1990). Segundo Fields et al. (1996), há espécies de insetos que são mais tolerantes a temperaturas mais baixas e outras mais tolerantes a temperaturas mais altas. Por exemplo, *Sitophilus oryzae* cessa seu desenvolvimento a 35° C, enquanto que para *Rhyzopertha dominica* o desenvolvimento cessa a 39° C (BIRCH, 1945). A limpeza dos armazéns é considerada uma forma de controle físico preventivo, onde se efetua a higienização de toda a unidade armazenadora, descartando-se os resíduos de grãos do chão e das estruturas de silos e armazéns, bem como são eliminados os ninhos de roedores e aves.

O controle biológico ainda é pouco utilizado em condições de armazenamento, embora demonstrando-se eficiente para o manejo de pragas em condições de casa de vegetação ou lavoura (LORINI et al., 2015 b). Acumulou-se muita informação sobre comportamento e a biologia de patógenos, parasitoides e predadores de pragas de produtos armazenados, mas há poucos dados relacionados com a eficácia destes agentes de controle biológico em condições de armazenamento comercial (BROWER et al., 1996).

O controle químico é o método mais utilizado em condições de armazenamento comercial por ser o mais fácil, rápido e de maior economicidade. Este tipo de controle pode ser de proteção (inseticidas residuais), para evitar o ataque de insetos por um determinado período de tempo, ou curativos (inseticidas com ação de choque), para eliminar insetos já presentes na massa de grãos. Porém, esta forma de controle apresenta restrições quando o seu uso é feito de maneira incorreta (por exemplo: doses inadequadas; equipamentos de pulverização mal calibrados), deixando resíduos que colocam em risco as saúdes humana e animal e também possibilitando o surgimento de insetos resistentes aos inseticidas em uso (SUBRAMANYAM et al., 1996). O expurgo é a técnica mais empregada para eliminar pragas infestantes em sementes armazenados mediante uso de gases (ATHANASSIOU et al., 2005; LORINI, 2015 a).

De maneira geral, a integração de diferentes métodos para controle de pragas tem se mostrado como a solução mais viável para garantir a qualidade dos grãos durante o

armazenamento. A resistência de pragas a inseticidas é crescente no Brasil, exige o uso integrado de outros métodos que não somente os químicos (LORINI et al., 2015 b).

O manejo integrado de pragas (MIP) inclui a união de controles dentro de um sistema amplo de manejo. O fundamento da técnica aponta para o monitoramento das pragas antes de atingirem o nível de dano econômico, compreendendo as interações ecológicas dos insetos-praga e seu ambiente (SANTOS et al., 2003; TREMATERRA et al., 2004). Dessa forma o controle de insetos e demais organismos de grãos armazenados, deve fazer parte de um sistema de manejo integrado que se baseia no monitoramento e nos procedimentos básicos de limpeza das estruturas, associando a integração de estratégias de controle (DIONISIO et al., 2016).

Estudos apontam que o aumento da temperatura e do tempo de armazenamento, provocam queda na qualidade dos grãos armazenados. Com isso salienta-se a importância de criar estratégias de manejo visando diminuir custos de armazenagem, reduzir o uso de agrotóxicos e manter a massa de grãos com características desejáveis.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os danos causados por níveis de infestação de *Sitophilus oryzae* e *Rhizopertha dominica* em grãos de trigo armazenado por 360 dias em diferentes temperaturas.

2.2 Objetivos específicos

Determinar o efeito de temperaturas no crescimento populacional de *Sitophilus oryzae* e *Rhizopertha dominica* em trigo armazenado com diferentes níveis de infestação;

Avaliar o efeito de temperaturas na intensidade de perda de matéria seca causada por *Sitophilus oryzae* e *Rhizopertha dominica* em trigo armazenado com diferentes níveis de infestação;

Estudar o efeito de temperaturas no peso hectolítrico em trigo armazenado com diferentes níveis de infestação de *Sitophilus oryzae* e *Rhizopertha dominica*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Trigo, cidade de Passo Fundo, na região Norte do Rio Grande do Sul. Avaliaram-se grãos de trigo da cultivar BRS Marcante, produzidos na

safrá 2015/16 oriundos da área experimental da Embrapa, situada a 28° 15' 46" latitude, 52° 24' 24" longitude e altitude de 684 m, mantidos em boas condições de armazenamento e livres de tratamento de inseticidas na pós-colheita.

Antes do início do experimento, os grãos, acondicionados em sacos de papel, foram armazenados em freezer a temperatura de -5°C, por um período de 10 dias, afim de eliminar possíveis infestações existentes.

Para cada unidade experimental foram utilizados recipientes plásticos com capacidade de 1 kg. As tampas dos recipientes foram perfuradas com cano metálico de 30mm, aquecido em fogão a gás GLP (gás liquefeito de petróleo). Em seguida a abertura realizada nas tampas foi recoberta com tela de malha metálica fina, a fim de permitir trocas de ar e evitar a passagem de insetos. Cada recipiente plástico recebeu 0,3 kg de grãos de trigo, que foram pesados em balança analítica da marca Mettler Toledo e identificados com a espécie do inseto, população inicial e a temperatura de armazenamento. Foram utilizados ao todo 80 recipientes e 24 kg de grãos de trigo.

Os insetos *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus oryzae*, utilizados para as infestações, foram obtidos da criação mantida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Trigo, conduzida sem padronização de idade. Exemplares de cada espécie estudada foram contados e observados individualmente, em microscópio estereoscópico da marca Wild, aumento de 12 vezes, afim de verificar se estavam ativos e sem danos em seu corpo, sendo posteriormente realizada a infestação nas unidades experimentais.

Os níveis de infestação inicial foram de zero (sem insetos), dois, quatro, seis e oito insetos não sexados para cada 0,3 kg de grãos de trigo, com quatro repetições cada. Distribuíram-se as amostras em quatro câmaras tipo "BOD" separadas, sendo cada uma regulada para manter diferentes temperaturas durante o período de armazenagem. As temperaturas avaliadas foram 10, 15, 20 e 25° Celsius (+/- 2°C). Estes procedimentos foram realizados para as duas espécies de insetos avaliadas.

As avaliações foram realizadas mensalmente durante um ano, com início em novembro de 2016 e término em novembro de 2017. Durante as avaliações foram verificados matéria seca (MS), peso hectolítrico (PH), teor de umidade (TU), crescimento populacional e peso do resíduo, seguindo procedimentos predeterminados que serão descritos a seguir.

Para cada uma das avaliações, o trigo de cada unidade experimental foi peneirado em um conjunto de peneiras de malha de arame para separar os insetos dos grãos e do resíduo. A primeira peneira, com número 18 (BRONZINOX), reteve os grãos e a segunda, com número 16 (BRONZINOX), reteve os insetos e os separou do resíduo. Os grãos e o

resíduo foram pesados em balança analítica da marca Mettler Toledo, separadamente. Após a pesagem o resíduo foi descartado e os grãos foram colocados novamente no recipiente plástico (unidade experimental). Este procedimento se repetiu até o final do experimento.

Para determinar os valores de PH e do TU dos grãos das unidades experimentais foi usado o equipamento MOTOMCO 999FB, medidor rápido, que proporcionou a avaliação da amostra de grãos, apontando alterações em suas características dielétricas. Utilizaram-se as curvas de calibração para interpretação automática destas alterações. Avaliaram-se todas as amostras, individualmente e mensalmente, seguindo os mesmos procedimentos e equipamentos. Os dados de PH foram expressos em kg hl^{-1} e os de TU em porcentagem.

Para avaliar o crescimento populacional e as perdas de peso, avaliou-se a perda de MS e TU da massa de grãos, em cada período de armazenagem. Ao iniciar-se a armazenagem sob infestação e temperatura determinada, foram avaliados a massa e o teor de umidade do trigo de cada unidade experimental. A massa inicial variou de 300 a 300,18g, o peso hectolitro inicial variou entre 75,9 e 78,8 kg hl^{-1} e o teor de umidade inicial variou entre 13,1 e 13,8%, depois de cada período, os grãos foram separados do pó e dos insetos, para se ter a MS, o TU e o PH novamente determinados mensalmente. Para avaliar o crescimento populacional os insetos foram quantificados em cada data de avaliação.

A análise estatística foi realizada com auxílio do software Assistat 7.6, sendo empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial $5 \times 13 \times 4$, sendo cinco níveis iniciais de infestação (0, 2, 4, 6 e 8); 13 datas de avaliação, correspondendo aos diferentes períodos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias), quatro temperaturas de armazenamento (10, 15, 20 e 25°C) e duas espécies de inseto (*Sitophilus zeamais* e *Rhizopertha dominica*) resultando em 160 unidades experimentais e 2.080 avaliações.

4. RESULTADOS

4.1 *Rhizopertha dominica*

4.1.1. Crescimento populacional

A Tabela 1 mostra o quadro da análise de variância indicando haver significância, pelo teste F a 1% de probabilidade, para a variável crescimento populacional, tanto para

os fatores avaliados (nível de infestação; temperaturas; meses de armazenamento) como, também, para as interações entre os mesmos.

Tabela 1. Análise de variância para a variável crescimento populacional de *Rhyzopertha dominica* em trigo após 12 meses de armazenamento, sob quatro temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

FV	GL	SQ	QM	F
Níveis de infestação	4	2103278,05	525819,51	42,11**
Temperaturas	3	18193158,30	6064386,10	485,68**
Meses	6	14849414,37	2474902,39	198,21**
N. inf.x temperaturas	12	5838948,31	486579,02	38,97**
N. inf.x meses	24	4506999,08	187791,63	15,04**
Tratamentos	139	103375681,80	743709,94	59,56**
Resíduo	420	5244201,75	12486,19	
Total	559	108619883,55		

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

CV% = 103,3

Os resultados demonstram que a temperatura apresenta efeito importante sobre o crescimento populacional de *Rhyzopertha dominica* (Figura 1). Nas temperaturas de 10 e 15° C não ocorreu crescimento populacional, independentemente do nível de infestação. Nos 20° C o número médio de insetos, após 12 meses de armazenamento, considerando os níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos, foi de 36,1 insetos para $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo. A temperatura que proporcionou o maior desenvolvimento populacional para *Rhyzopertha dominica*, em todos os níveis de infestação, foi 25° C, com o número de insetos começando a aumentar a partir do terceiro mês de armazenamento, atingindo seu ápice aos 8 meses, com média de 6.609,75 insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo sendo a massa de grãos completamente danificada, quantitativa e qualitativamente, impossibilitando avaliação até os 12 meses de armazenamento (Figura 1, Tabela 2).

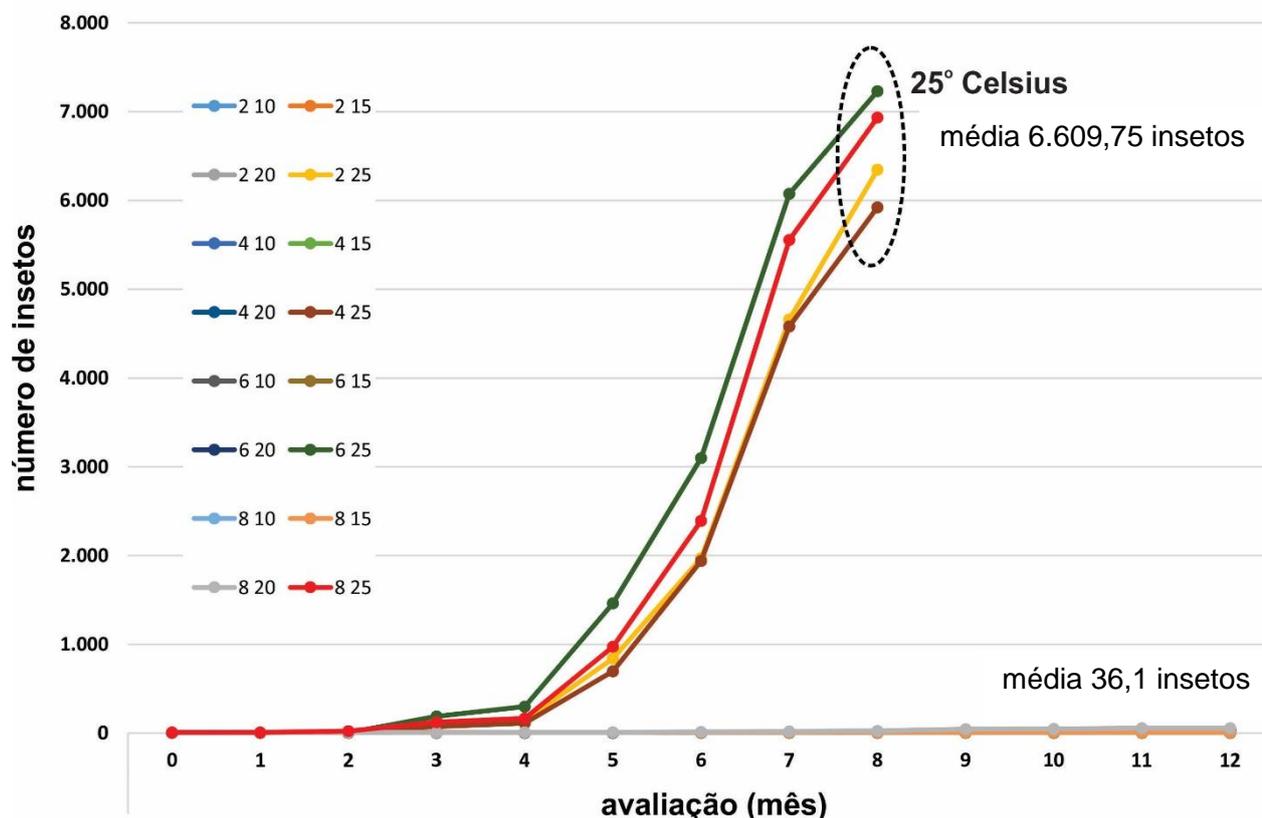


Figura 1. Crescimento populacional mensal de *Rhyzopertha dominica* em trigo armazenado pelo período de 12 meses, em função de temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017. (Legenda: 2 10 - dois insetos, 10° C; 2 15 - dois insetos, 15° C; 2 20 - dois insetos, 20° C; 2 25 - dois insetos, 25° C; 4 10 - quatro insetos, 10° C; 4 15 - quatro insetos, 15° C; 4 20 - quatro insetos, 20° C; 4 25 - quatro insetos, 25° C; 6 10 - seis insetos, 10° C; 6 15 - seis insetos, 15° C; 6 20 - seis insetos, 20° C; 6 25 - seis insetos, 25° C; 8 10 - oito insetos, 10° C; 8 15 - oito insetos, 15° C; 8 20 - oito insetos, 20° C; 8 25 - oito insetos, 25° C).

Tabela 2. Número de indivíduos da espécie *Rhyzopertha dominica* em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

Nível de infestação	Temperaturas ($^{\circ}$ C)			
	10	15	20	25
0	0,0 aA	0,0 aA	0,0 dA	0,0 dA
2	2,0 aC	2,0 aC	14,8 cB	6347,3* cA
4	4,0 aC	3,5 aC	39,0 bB	5924,3* cA
6	6,0 aC	6,3 aC	35,0 bB	7231,0* aA
8	8,0 aC	8,25 aC	55,5 aB	6936,5* bA

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%. * Avaliação encerrada aos oito meses de armazenamento.

4.1.2. Perda de matéria seca (MS)

A Tabela 3 mostra o quadro da análise de variância indicando haver significância, pelo teste F a 1% de probabilidade, para a variável perda de MS, tanto para os fatores avaliados (nível de infestação; temperaturas; meses de armazenamento) como, também, para as interações entre os mesmos.

Tabela 3. Análise de variância para a variável perda de matéria seca (MS) em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas (° C) e níveis de infestação de *Rhyzopertha dominica* (insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

FV	GL	SQ	QM	F
Níveis de infestação	4	1732,95	433,24	31,38**
Temperaturas	3	59778,08	19926,02	1443,49**
Meses	6	19352,04	3225,34	233,65**
Inf.x temperaturas	12	3848,09	320,67	23,23**
Inf.x meses	24	4462,40	185,93	13,47**
Tratamentos	139	149089,67	1072,59	77,70**
Resíduo	420	5797,71	13,80	
Total	559	154887,38		

**Significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$). CV% = 1,73

Nas temperaturas de 10 e 15° C não houve perdas de MS, independentemente do tempo de armazenamento (Figuras 2a e 2b). Já para as temperaturas de 20 e 25° C (Figuras 2c e 2d), ocorreu perda de MS somente, sendo observados, após 12 meses de armazenamento. Os percentuais médios de perda de MS, considerando os níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos, foram, respectivamente, de 0,81 e 65,51%, em comparação com o trigo sem a infestação de insetos (nível de infestação zero) que não apresentou perdas (Tabela 4).

Para a temperatura de 25° C, as perdas de MS começaram a aumentar a partir do 4º mês de armazenamento, nos níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos, evidenciado pelo percentual médio de perda que atingiu 10,51% no 5º mês, estando relacionado com o crescimento populacional iniciado no 3º mês (Figuras 1 e 2d). Após 8 meses de armazenamento, quando a massa de grãos foi completamente danificada quantitativa e qualitativamente, os percentuais de perda observados, para os níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos, foram 59,30; 61,85; 75,61 e 64,85%, respectivamente (Tabela 4).

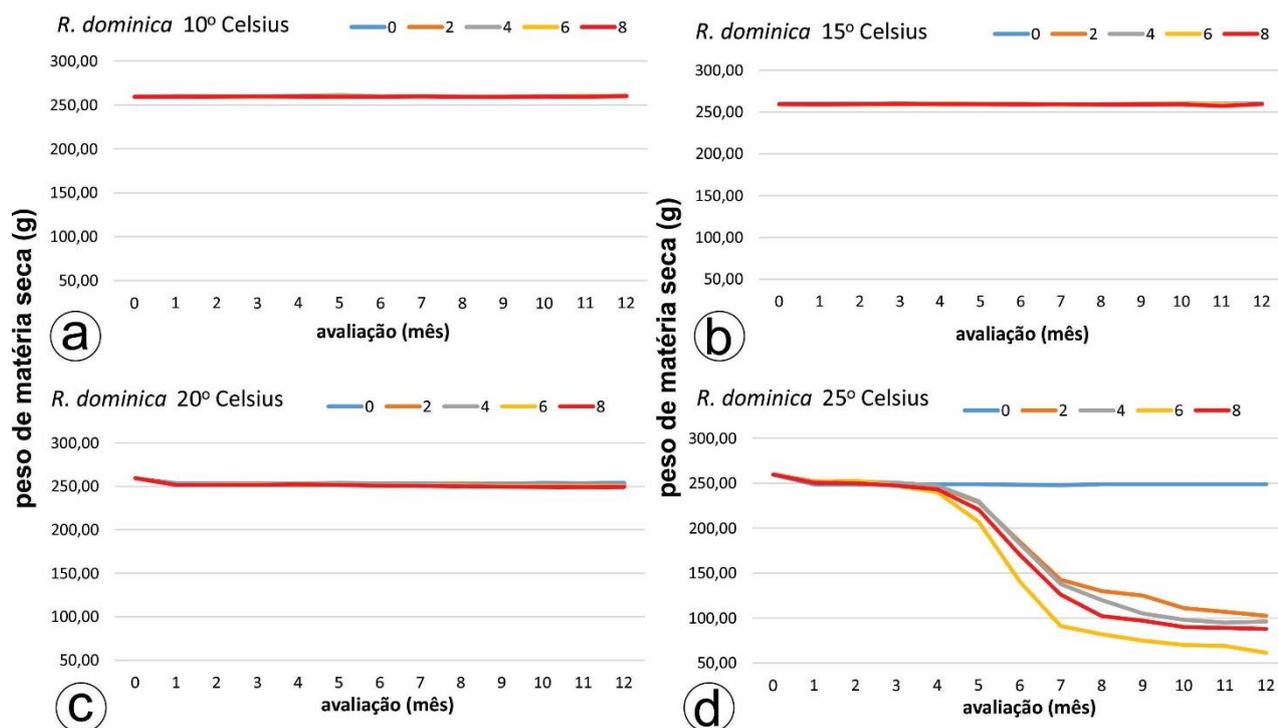


Figura 2: Perda de matéria seca (MS) em grãos de trigo, causado pela infestação de *Rhizopertha dominica*, nos níveis de infestação de 0 (sem insetos), 2, 4, 6 e 8 insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo, após 12 meses de armazenamento sob temperaturas de 10° (a), 15° (b), 20° (c) e 25° C (d). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

Tabela 4. Percentual de perda de matéria seca pelo ataque de *Rhizopertha dominica* em trigo, após 12 meses de armazenamento em função da temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

Nível de infestação	Temperaturas ($^{\circ}$ C)			
	10	15	20	25
0	0,0 aA ¹	0,0 aA	0,0 aA	0,0 dA
2	0,0 aB	0,0 aB	0,17 aB	59,30* cA
4	0,0 aB	0,0 aB	0,41 aB	61,85* cA
6	0,0 aB	0,0 aB	0,77 aB	75,61* aA
8	0,0 aB	0,0 aB	0,92 aB	64,85* bA

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%. * Avaliação encerrada aos oito meses de armazenamento.

4.1.3. Peso hectolítrico (PH)

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que há uma relação inversamente proporcional entre o PH e o número de insetos presentes na massa de grãos. Na medida em que a população de *Rhizopertha dominica* aumenta ocorre a redução do PH, a cada 100 insetos que se desenvolvem na massa de grãos, ocorre uma redução de $0,85 \text{ kg hl}^{-1}$ do PH, como mostra a Figura 3, redução esta que também se relaciona com a perda de

matéria seca, ocasionada pelo dano do inseto, entretanto de forma diretamente proporcional (Figura 4).

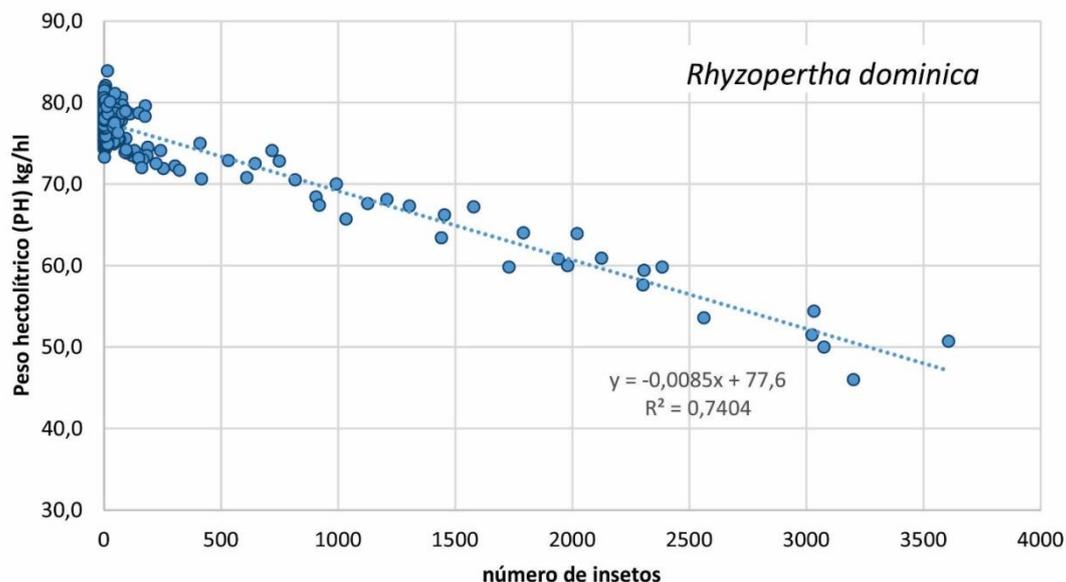


Figura 3. Relação entre peso hectolítrico (PH) e tamanho da população de *Rhizopertha dominica*, em trigo após 12 meses de armazenamento, sob quatro temperaturas ($^{\circ}$ C) e cinco níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

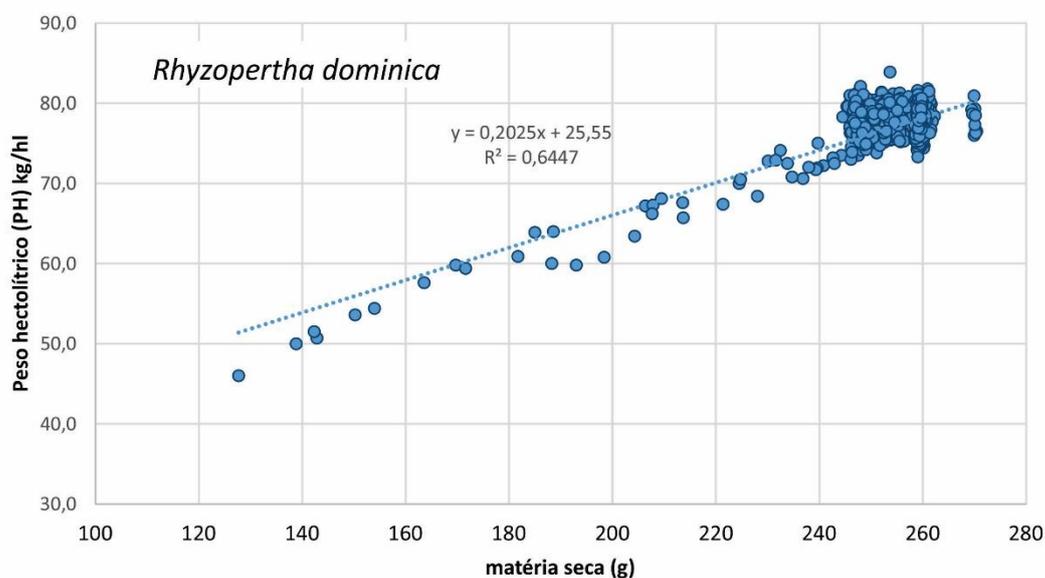


Figura 4. Relação entre peso hectolítrico (PH) e matéria seca, em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo) de *Rhizopertha dominica*. Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

4.2. *Sitophilus oryzae*

4.2.1. Crescimento populacional

Ocorreu significância, pelo teste F a 1% de probabilidade, para a variável crescimento populacional, tanto para os fatores nível de infestação; temperaturas; meses de armazenamento, bem como para as interações entre os mesmos (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância para a variável crescimento populacional de *Sitophilus oryzae* em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas (° C) e níveis de infestação (insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

FV	GL	SQ	QM	F
Níveis de Infestação	4	7752731,46	1938182,86	5,95**
Temperaturas	3	50154358,01	16718119,34	51,36**
Meses	9	79988626,28	8887625,14	27,30**
N. inf.x temperaturas	12	18750474,56	1562539,55	4,80**
N. inf.x meses	36	24849298,55	690258,29	2,12**
Tratamentos	199	435946664,57	2190686,75	6,73**
Resíduo	600	195296523,80	325494,20	
Total	799	631243188,37		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$). CV% = 326%

A temperatura apresenta efeito importante sobre o crescimento populacional de *Sitophilus oryzae*. Nas temperaturas de 10 e 15° C o crescimento populacional foi baixo, independentemente do nível de infestação, aumentando em média 1,13 vezes o número inicial de insetos infestados, considerando os níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo (Figura 5; Tabela 6). Entretanto, a 20° C foi observado maior taxa de crescimento para os níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo, com aumento respectivo de 1632, 1040, 1075 e 688 vezes (Figura 5; Tabela 6). Para a temperatura de 25° C foi observado crescimento populacional importante, porém não de forma tão intensa quanto a 20° C, com taxas de crescimento de 373, 130, 87 e 28 vezes o número inicial de insetos infestados, considerando, respectivamente, os níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo. Para a temperatura de 20° C o crescimento populacional começou a se evidenciar dos demais níveis de infestação a partir do 5° mês de armazenamento, atingindo seu ápice aos 9 meses, com média de 4.847,31 insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo, quando a massa de grãos foi completamente danificada quantitativa e qualitativamente (Figuras 5 e 6c). Para 25° C o crescimento populacional começou a se evidenciar a partir do 6° mês, entretanto não ocorreu destruição completa da massa de grãos até o final dos 12 meses de armazenamento.

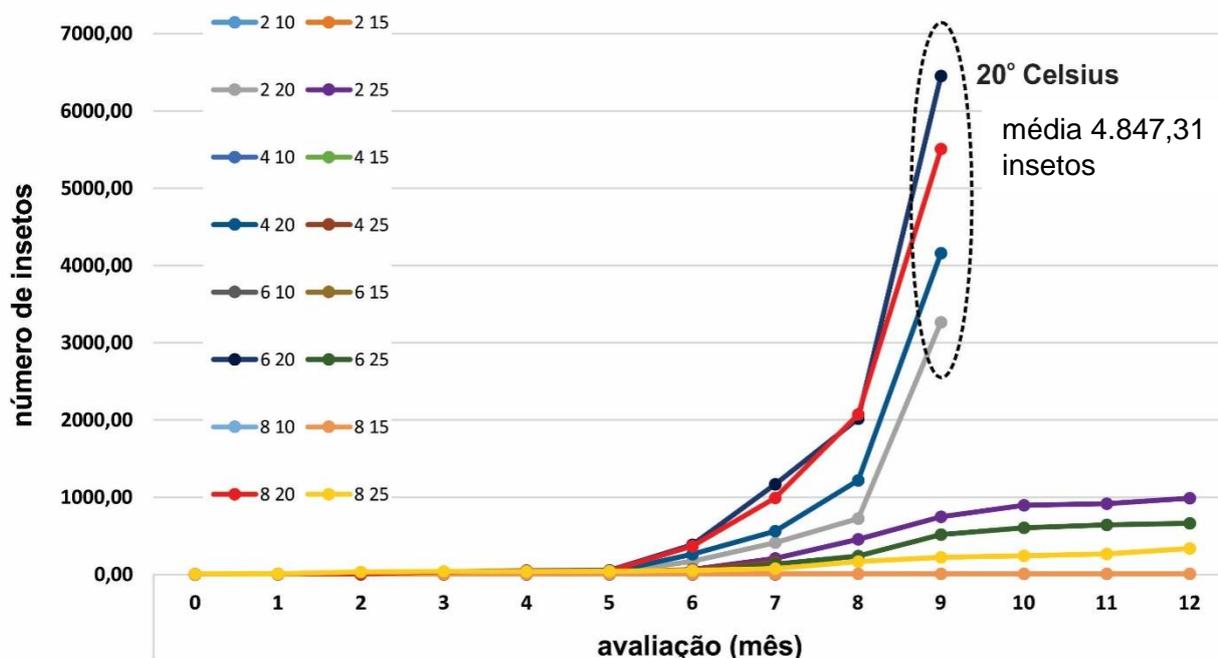


Figura 5. Crescimento populacional mensal de *Sitophilus oryzae* em trigo armazenado pelo período de 12 meses, em quatro temperaturas ($^{\circ}$ C) e cinco níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017. (Legenda: 2 10 - dois insetos, 10° C; 2 15 - dois insetos, 15° C; 2 20 - dois insetos, 20° C; 2 25 - dois insetos, 25° C; 4 10 - quatro insetos, 10° C; 4 15 - quatro insetos, 15° C; 4 20 - quatro insetos, 20° C; 4 25 - quatro insetos, 25° C; 6 10 - seis insetos, 10° C; 6 15 - seis insetos, 15° C; 6 20 - seis insetos, 20° C; 6 25 - seis insetos, 25° C; 8 10 - oito insetos, 10° C; 8 15 - oito insetos, 15° C; 8 20 - oito insetos, 20° C; 8 25 - oito insetos, 25° C).

Tabela 6. Número de indivíduos da espécie *Sitophilus oryzae* em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

Nível de infestação	Temperaturas ($^{\circ}$ C)			
	10	15	20	25
0	0,0 aA ¹	0,0 aA	0,0 dA	0,0 dA
2	2,75 aB	2,25 aB	3265,75* cA	988,75 aA
4	4,25 aB	5,25 aB	4160,50* bcA	664,00 bA
6	6,75 aB	6,00 aB	6454,25* aA	664,00 bA
8	8,25 aB	8,25 aB	5508,75* bA	340,00 cA

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%. * Avaliação encerrada aos nove meses de armazenamento.

4.2.2. Perda de matéria seca (MS)

Os resultados da análise de variância indicam a ocorrência de significância, pelo teste F a 1% de probabilidade, para a matéria seca, tanto para os fatores avaliados nível de infestação; temperaturas; meses de armazenamento, bem como para as interações entre os mesmos (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de variância para a variável perda de matéria seca (MS) em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo) de *Sitophilus oryzae*. Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

FV	GL	SQ	QM	F
Níveis de infestação	4	6221,18	1555,29	32,78**
Temperaturas	3	40488,43	13496,14	284,45**
Meses	9	56582,50	6286,94	132,50**
N. inf.x temperaturas	12	19280,18	1606,68	33,86**
N. inf.x meses	36	20424,95	567,36	11,95**
Tratamentos	199	326273,29	1639,56	34,55**
Resíduo	600	28468,32	47,44	
Total	799	354741,61		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$). CV% = 2,75

A Figura 6 mostra que não houve perda de MS nas temperaturas de 10 e 15 $^{\circ}$ C (Figuras 6a e 6b) e que está ocorrendo somente para as temperaturas de 20 e 25 $^{\circ}$ C (Figuras 6c e 6d). Observou-se que após 12 meses de armazenamento, os percentuais médios de perda de MS, considerando os níveis de infestação de 2, 4, 6 e 8 insetos, chegaram a 65,18 %, em comparação com o trigo sem insetos (nível de infestação zero) que não apresentou perdas (Tabela 8).

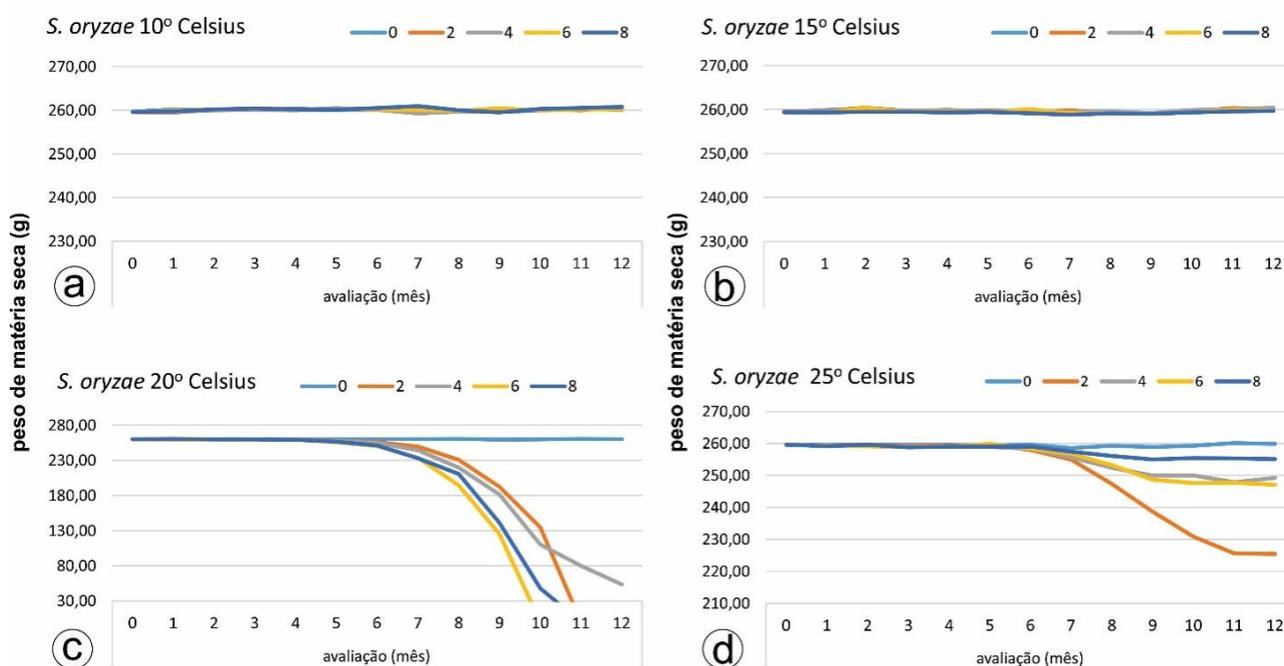


Figura 6: Perda de matéria seca (MS) em grãos de trigo, causado pela infestação de *Sitophilus oryzae*, nos níveis de infestação de 0 (sem insetos), 2, 4, 6 e 8 insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo, após 12 meses de armazenamento sob temperaturas de 10 $^{\circ}$ (a), 15 $^{\circ}$ (b), 20 $^{\circ}$ (c) e 25 $^{\circ}$ Celsius (d). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

Tabela 8. Percentual de perda de matéria seca devido ao ataque de *Sitophilus oryzae* em trigo após 12 meses de armazenamento, sob quatro temperaturas (° C) e cinco níveis de infestação (insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo). Laboratório de entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

Nível de infestação	Temperaturas (° C)			
	10	15	20	25
0	0,0 aA	0,0 aA	0,0 cA	0,0 dA
2	0,0 aC	0,0 aC	48,14 bA	13,13 aB
4	0,0 aC	0,0 aC	79,37 aA	3,99 bB
6	0,0 aC	0,0 aC	51,88 bA	4,81 bB
8	0,0 aB	0,0 aB	81,54 aA	1,73 cB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

4.2.3. Peso hectolítrico (PH)

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que há uma relação inversamente proporcional entre o PH e o número de insetos presentes na massa de grãos. Na medida que aumenta a população de *Sitophilus oryzae* ocorre a redução do PH, pode-se observar que a cada 100 insetos que se desenvolvem na massa de grãos, ocorre redução de 0,73 kg hl⁻¹ no PH, como mostra a Figura 7, redução esta que também se relaciona com a perda de matéria seca, ocasionada pelo dano do inseto, entretanto de forma diretamente proporcional (Figura 8).

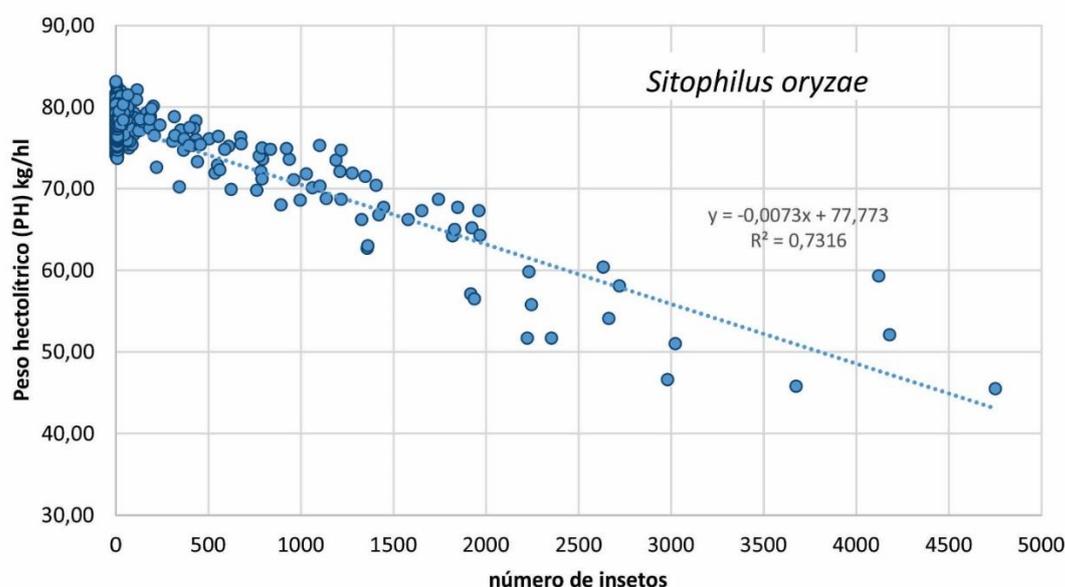


Figura 7. Relação entre peso hectolítrico (PH) e tamanho da população de *Sitophilus oryzae*, em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas (° C) e níveis de infestação (insetos 0,3 kg⁻¹ de grãos de trigo). Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

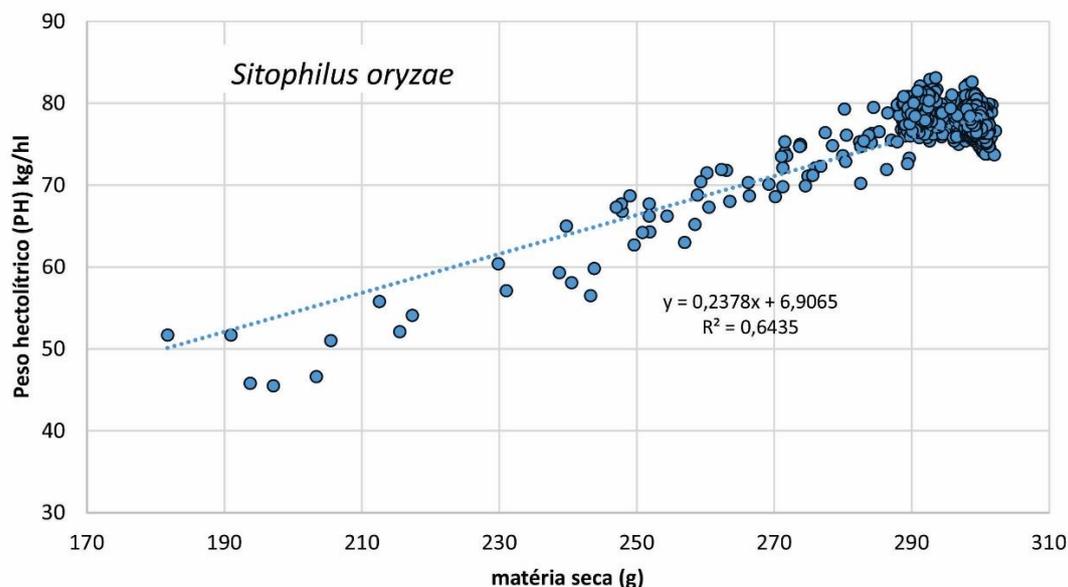


Figura 8. Relação entre peso hectolítrico (PH) e matéria seca, em trigo após 12 meses de armazenamento em função de temperaturas ($^{\circ}$ C) e níveis de infestação (insetos $0,3 \text{ kg}^{-1}$ de grãos de trigo) de *Sitophilus oryzae*. Laboratório de Entomologia, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2017.

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que a temperatura desempenha papel importante na biologia de insetos pragas de grãos armazenados, corroborando os trabalhos de Birch, (1945); Howe, (1965); Lhaloui et al., (1988); Hagstrum, (1990); Fields et al. (1996).

Nas temperaturas de 10° e 15° C não houve crescimento populacional significativo tanto de *Rhizopertha dominica* quanto de *Sitophilus oryzae* (Figuras 1 e 5; Tabelas 2 e 6), devido à redução nas taxas de fecundidade e alimentação impostas por estas temperaturas. Como consequência dos efeitos das baixas temperaturas na biologia destas espécies de insetos, não foi observada neste experimento, redução no teor de matéria seca nas condições de trigo armazenado a 10 e 15° C (Figuras 2a, 2b e 6a, 6b; Tabelas 4 e 8).

Para as temperaturas de 20° e 25° C foram observadas diferenças no seu efeito entre as espécies estudadas. Para *Rhizopertha dominica* a temperatura que apresentou maior taxa de crescimento populacional (Figura 1) e maiores danos (perda de MS %) foi a de 25° C (Figura 2d; Tabela 4). Já para *Sitophilus oryzae* a temperatura que apresentou maior taxa de desenvolvimento populacional (Figura 5) e, conseqüentemente, maiores danos (perda MS %) (Figura 6c; Tabela 8) foi 20° C, com taxa de crescimento populacional e percentual de perda de matéria seca menores na temperatura de 25° C.

Estes resultados podem ser explicados pela variabilidade existente entre as espécies com relação a tolerância à temperatura, enquanto *Sitophilus oryzae* cessa seu desenvolvimento a 35° C, para *Rhizopertha dominica* o desenvolvimento cessa a 39° C (BIRCH, 1945; FIELDS et al., 1996).

Portanto, com base nos resultados acima discutidos fica evidente que a manutenção da qualidade dos grãos (PH) mantidos nestas temperaturas, é dependente das interações entre tamanho da população e intensidade de danos e que estes fatores estão intimamente relacionados e são diretamente proporcionais a temperatura. Na medida que a temperatura aumenta, dentro dos limites de resposta dos insetos (FIELDS et al. 1996), aumentam a população e os danos, afetando conseqüentemente a sua qualidade (Figuras 3, 4, 7 e 8).

Do ponto de vista do manejo integrado de pragas, que por preceito, considera a utilização de diferentes formas de controle, orientada por práticas de monitoramento de pragas e por informações sobre características biológicas de cada uma das pragas-alvo (SANTOS et al., 2003; TREMATERRA et al., 2004). Os resultados obtidos neste trabalho indicam que se houver possibilidade de manter o trigo armazenado em temperaturas abaixo de 20° C, haverá possibilidade de redução nas perdas causadas por insetos sem necessariamente usar alternativas de controle químico nas temperaturas abaixo de 15° C, por um período de 12 meses. E nas temperaturas entre 20° e 25° C é possível manter a massa de grãos sem danos por um período de até 5 meses, levando em consideração que há diferenças entre as espécies de insetos em relação à tolerância a temperatura.

6. CONCLUSÕES

O crescimento populacional, a intensidade de dano e as alterações no valor do peso hectolítrico estão diretamente relacionadas com a temperatura que o trigo é armazenado e com a espécie de inseto praga presente;

O *Sitophilus oryzae* e *Rhizopertha dominica* apresentam respostas distintas à temperatura, e o conhecimento destas respostas pode ser usado como ferramenta de manejo da massa de grãos visando reduzir danos e a conseqüente perda de qualidade;

A manipulação da temperatura durante o armazenamento de grãos, tornando-a não adequada para o desenvolvimento de insetos, pode manter a qualidade do produto armazenado por longos períodos de tempo.

7. REFERÊNCIAS

- ARTHUR, F. H.; ONDIER, G.O.; SIEBENMORGEN, T.J. Impact of *Rhyzopertha dominica* (F.) on quality parameters of milled rice. **Journal of Stored Products Research**, p. 137-142, 2012.
- ATHANASSIOU, C. G. et al. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. **Journal of Stored Products Research**, p. 47-55, 2005.
- BANKS, H. J.; FIELDS, P. G. Physical methods for insect control in stored grain ecosystems. In: JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. Stored grain ecosystems. New York: Marcel Dekker, p. 353-409, 1995.
- BESPALHOK, D. N; RENESTO, E.; SIGNORINI, T. Enzyme Polymorphism in *Sitophilus oryzae*(Linnaeus, 1763) and *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera, Curculionidae) in southern Brazil. **Biological Sciences**, p. 205-211, 2015.
- BIRCH, L.C. The influence of temperature, humidity and density on the oviposition of the small strain of *Calandra oryzae* L. and *Rhyzopertha dominica* FAB. (Coleoptera). **Australian Journal of Experimental Biology and Medical Sciences**, p.197-203, 1945.
- BROWER, J.H. Biological Control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. (Eds.) **Integrated Management of Insects in Stored Products**. New York, Marcel Dekker, p. 223 - 286, 1996.
- 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**, p. 143-149, 2009.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo**. Brasília: Conab, 2017.
- COSTA, A. R. da.; FARONI, L. R. D'A.; ALENCAR, E. R. de; CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, L. G. Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. **Ciência Agrônômica**, p. 200-207, 2010.
- DIONISIO, S.F.L.; LIMA, A. C. S.; IZIDORO, R. M.; SANTOS, A. V. F. dos; ORRILO, H. M.; LIMA, G. L. C. de. Monitoramento de insetos e distribuição espacial de *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) em unidade de beneficiamento e armazenamento de grãos. **Revista Agro@ambiente**, p. 253-262, 2016.
- EDDE, P. A. A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. **Journal of Stored Products Research**, p. 1-18, 2012.
- ELIAS, M. C. Polo de inovação tecnológica em alimentos da Região Sul Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Sul (COREDE-SUL). **Armazenamento e conservação de grãos**, 2003.

FARONI, L. R.D'A.; SOUZA, A.H. de. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. Embrapa. p. 371, 2006.

FIELDS, P.G.; MUIR, W.E. Physical Control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. (Eds.) **Integrated Management of Insects in Stored Products**. New York, Marcel Dekker, p. 195-222, 1996.

FURIATTI, R. S.; PINTO, A. R. P. J.; PEREIRA, P. R. V. da S. Avaliação de inseticidas no controle de *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera, Curculionidae), e *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera, Bostrichidae) em cevada. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, p. 41-45, 2004.

GASSEN, N.D. Parasitas, patógenos e predadores de insetos associados a cultura do trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.42, 1986.

GERMANI, R. Características dos Grãos e Farinhas de Trigo e Avaliações de suas Qualidades. Embrapa Agroindústria de Alimentos: Rio de Janeiro, 2008.

HAGSTRUM, D.W.; FLINN, P.W. Simulation comparing the effectiveness of various stored-grain management practices used to control *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **Environmental Entomology**, p.725-729, 1990.

HOWE, R.W. A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, p. 177-184, 1965.

INMETRO, Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação da farinha de trigo. 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CBRA_162.pdf>.

Importação de trigo 2017. Abitrigo. Disponível em: <http://abitrigo.com.br/associados/arquivos/importacao_trigo.pdf>. Acesso em 08 de outubro de 2017.

LHALOUI, S. et al. Combined influence of temperature and moisture on red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) reproduction on whole grain wheat. **Journal of Economic Entomology**, p.488-489, 1988.

LEON, A. E.; ROSELL, C. M. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas e productos de panificación em Iberoamerica**. Córdoba: Hugo Baez, p.480, 2007.

LOECK, A. E. **Pragas de produtos armazenados**. Pelotas: EGUPel, p. 113, 2002.

LORINI, I. Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional. **Visão agrícola**, p. 127-129, 2015a.

LORINI, I.; MORÁS, A.; BECKEL, H. **Tratamento de sementes armazenadas com pós inertes à base de terra de diatomáceas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003.

LORINI, I. et al. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015b.

LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos e sementes armazenadas. In: LORINI, I. et al. (Eds.). **Armazenagem de Grãos**. Jundiaí, IBG, p. 363-382, 2018.

MIRANDA, M. Z. de; DE MORI, C.; LORINI, I. Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2006. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.49, 2009.

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

POY, L. de A. **Ciclo de vida de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1972) (Col., Bostrichidae) em farinhas e grãos de diferentes cultivares de trigo**. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p.135, 1991.

REGINATO, M.P.; ENSINAS, S. C.; RIZZATO, M. C. O.; SANTOS, M. K. K.; PRADO, E. A. do. Boas práticas de armazenagem de grãos. **Anais de ENIC**, Mato Grosso do Sul, 2017.

SANTOS, A. K.; FARONI, L. R. D'A.; SANTOS, J. P. dos; GUEDES, R. N. C.; ROZADO, A. F. Distribuição e amostragem de *Sitophilus zeamais* (M.) em grãos de trigo armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 505-512, 2003.

SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. Resistance Measurement and Management. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. (Eds.) **Integrated Management of Insects in Stored Products**. New York, Marcel Dekker, p. 331 - 397, 1996.

TAKEITI, C. Y. **Trigo**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015.

TREMATERRA, P.; FIORILLI, F. Stored-product insects pests in feed-mill in Central Italy. **IOBC wprs Bulletin**, p. 103, 2004.

United States Department of Agriculture - *USDA*, 2017.