



**ENTOMOFAUNA ASSOCIADA À CADEIA PRODUTIVA DO  
TRIGO (*Triticum aestivum* L.): PÓS-COLHEITA,  
COMERCIALIZAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS NOS  
DIFERENTES ELOS DA CADEIA**

**Jamile Icassatti Sand Romano**

**Jamile Icassatti Saud Romano**

**ENTOMOFAUNA ASSOCIADA À CADEIA PRODUTIVA DO TRIGO (*Triticum aestivum* L.): PÓS-COLHEITA, COMERCIALIZAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS NOS DIFERENTES ELOS DA CADEIA**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientador(a): Profa. Dra. Ana Eugênia de Carvalho Campos

Co-orientador(a): Prof. Dr. Marcos Roberto Potenza

**São Paulo  
2017**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**  
**Núcleo de Informação e Documentação – IB**

---

Romano, Jamile Icassatti Saud.

Entomofauna associada à cadeia produtiva de trigo (*Triticum aestivum* L.):  
pós-colheita, comercialização e análise de riscos nos diferentes elos da cadeia. /  
Jamile Icassatti Saud Romano. - São Paulo, 2017.  
40 p.

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-  
Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.  
Linha de pesquisa: Biodiversidade: caracterização, interações, interações  
ecológicas em agroecossistemas.

Orientador: Ana Eugênia de Carvalho Campos.

Versão do título para o inglês: Entomofauna associated to the wheat production  
chain (*Triticum aestivum* L.): post-harvesting, marketing and analysis of risks in  
the different chain links.

1. Trigo 2. Armazenamento 3. Pragas dos grãos 4. Pós-colheita  
I. Romano, Jamile Icassatti Saud II. Campos, Ana Eugênia de Carvalho III.  
Instituto Biológico (São Paulo). IV. Título.

IB/Bibl./2017/008

---

Nome: Jamile Icassatti Saud Romano

Título: Entomofauna associada à cadeia produtiva do trigo (*Triticum aestivum L.*) pós-colheita comercializada no Estado de São Paulo e análise dos riscos para infestação nos diferentes elos da cadeia.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Banca Examinadora

Prof. Dra Ana Eugenia de Carvalho Campos Instituição: Instituto Biológico.

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Valter Arthur

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**Dedicatória**

A minha mãe Iaracy D´Aquino Icassatti,  
Ao meu marido Érico Veríssimo Romano,  
Ao meu filho Lorenzo Icassatti Romano,  
A minha filha Olívia que está para chegar.  
**Ofereço.**

Ao meu irmão Heryaldo Tarozzo Filho (*sempre presente*),  
**Dedico.**

## Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus.

A minha mãe Iaracy Icassatti por tudo que representa para mim, ao meu marido Érico Romano por estar sempre ao meu lado e todo apoio, ao meu filho Lorenzo Romano por trazer luz aos meus dias, a minha filha Olívia que chegará em breve e trará mais alegria em minha vida.

Ao Instituto Biológico e ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade em desenvolver essa dissertação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

A minha orientadora Professora Dra. Ana Eugênia de Carvalho Campos por ter me confiado sua orientação e pelos ensinamentos, conselhos e força durante a realização deste projeto.

Ao Dr. Marcos Roberto Potenza, pela co-orientação pelos ensinamentos, disponibilidade e ajuda durante a execução do projeto.

Aos docentes do Programa de Pós Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, aos colegas do Laboratório de Pragas em Horticultura e funcionários de apoio, em especial ao Edvaldo, o meu muito obrigado.

Ao Prof Dr. Mário Eidi Sato e Prof Dr. Valter Arthur por terem aceitado serem membros das minhas bancas de Qualificação e Defesa da Dissertação de Mestrado e pelas contribuições feitas como membros.

Ao Dr. Ricardo Harakava do Instituto Biológico de São Paulo, pela identificação molecular dos *Sitophilus* spp.

Ao Dr. Valmir Antonio Costa do Instituto Biológico de Campinas, pela identificação dos parasitoides.

Ao Dr. Alfonso Neri Garcia Aldrete da Universidade Autônoma do México, pela identificação dos psocópteros.

Aos Engenheiros Agrônomos Francisco Laface Neto, Maria Salete de Oliveira Gomes e Sr Valter Mesquita Ramos e funcionários da Unidade Armazenadora pela ajuda na realização em parte deste projeto.

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.  
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”

## RESUMO

ROMANO, Jamile, I. S. **Entomofauna associada à cadeia produtiva do trigo (*Triticum aestivum* L.): pós-colheita, comercialização e análise de riscos nos diferentes elos da cadeia.** 50 p. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2017.

O trigo é uma matéria prima utilizada em grande número de alimentos humanos e também importante na nutrição animal. A cadeia produtiva do trigo se vai além do cultivo no campo, pois ele suporta um longo período de armazenamento que necessita de cuidados específicos até ser beneficiado para o consumo. O presente estudo apresenta uma avaliação e análise na cadeia produtiva do trigo em sua fase de pós-colheita, desde o armazenamento até sua comercialização, quanto a presença de insetos e os fatores de riscos para a sua presença. Para atingir esses objetivos, foi realizada a coleta e aquisição de amostras oriundas dos diferentes elos do armazenamento, beneficiamento e comercialização de produtos derivados de trigo, visitas técnicas a uma unidade armazenadora, moinho e indústria de alimentos e apresentados os custos para o controle das pragas dos grãos, realizado na unidade armazenadora, o expurgo. Nas amostras de grãos de trigo, oriundas da unidade armazenadora, a ocorrência de insetos foi de até 49,5% em um dia e 74% após 50 dias da aquisição dos substratos, sendo *Sitophilus* spp. e *Rhyzopertha dominica* os insetos mais comuns. Seus parasitoides, *Anisopteromalus calandrae* e *Theocolax elegans*, também foram registrados. A ocorrência de psocópteros foi de 27,5% no dia da coleta e 13,5% após 50 dias,. No trigo em grãos e subprodutos vendidos a granel, a ocorrência de insetos foi quase nula, indicando que os cuidados tomados ao longo dos elos da cadeia têm sido eficientes. Não foi encontrada ocorrência de insetos nos produtos finais comercializados. O custo direto do expurgo para controle de pragas dos grãos por célula de armazenamento com capacidade de 2.000 toneladas é de US\$ 1.361,95.

**PALAVRAS-CHAVES:** Trigo. Armazenamento. Pragas de grãos armazenados. Pós Colheita.

## ABSTRACT

ROMANO, Jamile, I. S. **Entomofauna associated to the wheat production chain (*Triticum aestivum* L.): post-harvesting, marketing and analysis of risks in the different in the different chain links**. 50 p. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2017.

Wheat is a material used in a large number of human foods and also important in animal nutrition. The wheat productive chain goes beyond crop in the field because it supports a long period of storage and for consume, it is almost always necessary to go through some process before it becomes food. The present study presents an evaluation and analysis in the production chain of the wheat in its post-harvest, from the storage until its commercialization, as well as the presence of insects and the risk factors for its presence. To achieve these objectives, samples were collected or acquired from the different storage, processing and marketing links of wheat products, technical visits to a storage unit, mill and food industry and presented the costs for grain pest control, carried out in the storing unit, the purge. In the wheat grain samples, from the storage unit, the occurrence of insects was up to 49.5% in one day and 74% after 50 days of the substrates acquisition, being *Sitophilus* spp. and *Rhyzopertha dominica* the most common insects. Their parasitoids, *Anisopteromalus calandrae* and *Theocolax elegans*, were also recorded. The occurrence of psocoptera was 27.5% on the day of collection and 13.5% after 50 days. In grain wheat and by-products sold in bulk, the occurrence of insects was almost null, indicating that the management along chain links has been efficient. The direct cost for pest control of grains per storage cell with a 2,000 t capacity is \$ 1,361.95.

**KEYWORDS:** Wheat. Storage. Stored grain pests. Post harvest.

## SUMÁRIO

### Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	2
<b>2.1 Geral</b> .....	2
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	2
<b>3.1 Importância do trigo e da cadeia produtiva</b> .....	2
<b>3.2 Armazenamento</b> .....	3
<b>3.3 Pragas dos alimentos armazenados</b> .....	5
<b>3.3.1 <i>Sitophilus spp.</i></b> .....	6
<b>3.3.2 <i>Rhyzopertha dominica</i></b> .....	7
<b>3.3.3 <i>Tribolium castaneum</i></b> .....	7
<b>3.3.4 <i>Oryzaephilus surinamensis</i></b> .....	8
<b>3.4 Pragas quarentenárias</b> .....	9
<b>3.5 Parasitoides</b> .....	10
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
<b>4.1 Levantamento da entomofauna associada à cadeia produtiva do trigo (<i>T. aestivum</i> L.) pós-colheita comercializada no Estado de São Paulo.</b> .....	11
<b>4.2 Identificação dos insetos encontrados nas amostras</b> .....	15
<b>4.3 Identificação das pragas quarentenárias.</b> .....	15
<b>4.4 Análise dos pontos críticos - riscos de infestação por insetos</b> .....	16
<b>4.5 Análise dos custos diretos envolvidos para o controle de insetos nos grãos em unidade armazenadora.</b> .....	16
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	28
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	29
<b>7.1. Análise dos pontos críticos quanto a ocorrência de insetos</b> .....	29
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	34



## 1. INTRODUÇÃO

A safra de grãos 2016 no Brasil foi de 186.610,4 mil de toneladas (CONAB, 2017). Desse total, o Brasil produziu 6726,8 mil toneladas de trigo.

O trigo é uma matéria prima utilizada em grande número de alimentos humanos e também importante na nutrição animal. Dele saem alimentos como: pães, massas, bolos e rações animais. A cadeia produtiva do trigo se vai além do cultivo no campo, pois ele suporta um longo período de armazenamento e para o consumo, quase sempre, é necessário passar por algum processo antes que ele se torne alimento.

Para fazer o armazenamento é necessário que se tenha um local apropriado para mantê-lo. Na maioria das vezes o trigo é acondicionado em unidades armazenadoras antes de ir para moinho e indústrias de alimentos e ração animal.

Para realizar esse armazenamento prolongado devem-se adotar corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem e controle de insetos e fungos (SANTOS, 1993). No Brasil não existem protocolos para seguir nessa área de controle de pragas em grãos armazenados. O que há são produtos registrados para uso em grãos armazenados e cada unidade armazenadora cria e segue seu próprio calendário e uso para controle.

As pragas dos grãos armazenados vivem em estreita inter-relação com o ambiente, onde as leis naturais regulam a dinâmica populacional. Nos armazéns e silos essas pragas encontram abrigo, proteção e farta quantidade de alimentos, além de serem favorecidos pelas condições climáticas do Brasil (CAMPOS; ZORZENON, 2006). A dificuldade no controle se dá também pela quantidade de grãos que as unidades armazenadoras recebem e a variação do tipo de controle feito em cada propriedade, resultando na mistura de grãos recebidos; alguns com a presença de insetos que infestam os produtos íntegros.

Grãos de cereais e seus subprodutos estão sujeitos ao ataque de pragas, que causam perdas qualitativas e quantitativas (PEDERSEN, 1992) reduzindo os valores nutritivos e comerciais do produto (ANDERSON et al., 1990).

Dentre os tipos de perdas que ocorrem nessas etapas da cadeia produtiva de grãos, incluindo o trigo, existem levantamentos realizados no Brasil que indicam que as pragas podem ser responsáveis por perdas da ordem de 2,2 bilhões de dólares para as principais culturas brasileiras no total (BENTO, 1999).

Diante deste cenário e pela importância da cadeia do trigo no mercado brasileiro, se faz necessário conhecer os artrópodes, especialmente os insetos, que podem ocasionar prejuízo por perdas, danos e depreciação do alimento.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Registrar a entomofauna associada à cadeia produtiva do trigo (*Triticum aestivum* L.), pós-colheita, comercializada no Estado de São Paulo e considerações sobre os riscos associados.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ✓ Identificar a entomofauna associada à cadeia produtiva do trigo, pós-colheita, comercializada no Estado de São Paulo.
- ✓ Relacionar os custos diretos envolvidos para controle de pragas em uma unidade de armazenamento do trigo.
- ✓ Descrever os possíveis impactos gerados pela presença de pragas.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Importância do trigo e da cadeia produtiva**

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, com significativo peso na economia agrícola global e na alimentação humana, pela quantidade nutritiva e versatilidade no uso (BRASIL, 2015). No Brasil, o trigo é uma cultura de grande importância sócio-econômica, destacando-se o fato de que o consumo brasileiro do produto, nos últimos três anos, foi em torno de 10 milhões de toneladas, sendo 5-6 milhões de produção nacional (BRASIL, 2015). O trigo é de grande importância para a economia brasileira, devido ao elevado consumo de seus derivados, principalmente pão, macarrão e farinha. No entanto, a produção nacional do grão não tem sido suficiente para atender a demanda, agravada pela

grande quantidade de grãos perdidos ou colhidos com qualidade inferior, decorrentes de ataque de insetos ou ocorrência de chuvas no período da colheita (CARNEIRO et al., 2005).

A produção de trigo no Brasil está concentrada na Região Sul, com destaque para os Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. Todavia, está acontecendo um processo de expansão do cultivo na direção da região central do País, em especial para o Estado de Mato Grosso do Sul. Os moinhos por sua vez, estão distribuídos por todas as regiões brasileiras, sendo que a maior capacidade de moagem está instalada na Região Sudeste do País (ROSSI et al., 2005). O principal exportador de trigo para o Brasil é a Argentina, com mais de 76% em 2012 (MINGOTI et al., 2014).

A cadeia produtiva do trigo é uma das mais importantes do setor alimentício, suprimindo grande percentual da necessidade de alimentos da população brasileira, como pães, massas, biscoitos, além de ser fonte geradora de empregos (SILVA et al., 2004). Também pode ser usado como ração animal, quando não atinge a qualidade exigida para consumo humano (BRASIL, 2015). Dessa maneira, é de extrema necessidade manter a competitividade desta cadeia produtiva no Brasil.

O processo de desenvolvimento do Brasil implica, também, na garantia da segurança alimentar de sua população em todos os níveis. A produção de alimentos e demais produtos agrícolas, em quantidade e qualidade, deve ser resultado de aumento da produção, por meio do incremento na produtividade; do aumento da área explorada via expansão da fronteira e da redução das perdas que ocorrem nos diversos elos da cadeia produtiva, de tal forma que seja possível melhorar o abastecimento interno e elevar a competitividade do setor agrícola (BESKOW; DECKERS, 2002).

### **3.2 Armazenamento**

No Brasil, estima-se que as perdas quantitativas de grãos armazenados correspondam a médias anuais de 10%, podendo atingir perda total em alguns armazéns (BESKOW; DECKERS, 2002).

Segundo Rossi e Neves (2004) a qualidade do trigo é um conceito relativo, pois são analisados e considerados diferentes atributos nos “elos da cadeia”. No caso do produtor rural, o trigo de qualidade superior é aquele que possui boas características agronômicas, como resistência a doenças e pragas, alto potencial produtivo e alto peso. Para os moinhos, a qualidade é medida pela uniformidade do tamanho e forma da matéria-prima,

alto peso específico, alto rendimento em farinhas e baixos teores de cinza. Já o panificador, busca adquirir uma farinha de boa qualidade, com alta capacidade de absorção de água, boa tolerância ao amassamento e alta porcentagem de proteína. Com isso, a qualidade do grão de trigo é definida como um resultado do sofrido no campo, do efeito das condições do solo, do manejo da cultura, da cultivar, e também das operações de colheita, armazenamento e moagem (EDWARDS, 2004).

O armazenamento é uma etapa de suma importância na cadeia de produção agrícola, pois tem um grande reflexo no custo e afeta diretamente a qualidade do produto que chega à mesa do consumidor. Um dos grandes problemas enfrentados pelo Brasil, em relação à produção de grãos, é o baixo índice de unidades armazenadoras localizadas nas fazendas. Isso gera uma demanda excessiva do setor de transportes (CONAB, 2006), elevando o custo do produto final.

No armazenamento com temperatura ou teor de água elevadas, pode ocorrer o desenvolvimento de pragas e fungos, que danificam os grãos e alteram a qualidade da farinha (KOCH et al., 2006).

Os depósitos de grãos constituem ambientes uniformes e estáveis para as pragas e podem ser considerados ecossistemas. Dessa forma, qualquer inseto que ataque grãos está sujeito a fatores limitantes, fundamentalmente a temperatura e a umidade. Esses fatores podem ser utilizados contra os insetos, convenientemente ou inversamente, quando o ataque causa danos diretos, como a perda de peso, redução do poder germinativo e do valor nutricional, ou danos indiretos, como desvalorização comercial dos grãos, devido ao hábito alimentar dessas pragas que, na fase larval, abrem galerias, além de insetos mortos, ovos e excrementos (GALLO et al., 2002).

Ressalta-se que insetos e fungos são os principais responsáveis pelas perdas qualitativas e quantitativas dos grãos armazenados, sendo o seu desenvolvimento influenciado por fatores ambientais (JAYAS; WHITE, 2003; PADÍN et al., 2002).

Os insetos causam frequentemente danos extensivos aos grãos armazenados e aos produtos destes grãos. As perdas quantitativas podem atingir 5-10% nas regiões temperadas e 20-30% nas regiões tropicais (HAQUE et al., 2000). De acordo com Silva et al. (2007) no Brasil, as perdas devido ao ataque de pragas chegam à 20% da produção total do grão, demandando a necessidade de novas pesquisas e tecnologias.

Enquanto os danos causados no campo podem ser compensados pela recuperação da planta danificada ou pelo aumento de produtividade de plantas não atacadas, os prejuízos em grãos armazenados são irrecuperáveis (FONTES et al., 2003).

As indústrias alimentícias têm desenvolvido um programa de controle e análise de pontos críticos, conhecida por Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) em sua linha de produção, para assegurar a qualidade dos seus produtos (MILLS; PEDERSEN, 1990). Na APPCC são seguidas boas práticas que referem-se a pessoal, edifícios e instalações, operações, equipamentos e utensílios, codificação, limpeza e sanitização e controle de pragas (ANVISA, 2006)

Segundo Santos et al. (2002) o HACCP engloba o Manejo Integrado de Pragas (MIP) no processo, pois as pragas, além do prejuízo, podem causar risco à saúde humana, de forma direta (infecção) ou indireta (resíduos de inseticidas).

### **3.3 Pragas dos alimentos armazenados**

Os principais insetos pragas de grãos armazenados são principalmente pertencentes às ordens Coleoptera e Lepidoptera. Psocópteros (Psocodea) também ocorre nas massas de grãos e embora não causem danos consideráveis, sua presença afeta a qualidade comercial do grão (LORINI, 1999).

Os insetos pragas de grãos armazenados podem ser classificados de acordo com o hábito alimentar, como pragas primárias, capazes de atacar os grãos inteiros e sadios e secundárias que se alimentam dos grãos danificados mecanicamente ou por insetos primários (PACHECO; PAULA, 1995). Além dessas pragas, há também roedores e pássaros causadores de perdas, principalmente qualitativas, pela sujeira que deixam no produto final, que também devem ser considerados no MIP (LORINI et al., 2009).

As pragas primárias podem ser classificadas como internas ou externas. As primárias internas perfuram os grãos e neles penetram para completar seu desenvolvimento. Alimentam-se de todo o interior do grão e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração dos grãos. Exemplos dessas pragas são as espécies *Rhyzopertha dominica*, (Fabricius, 1772) (Coleoptera: Bostrycidae), *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *S. zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). As pragas primárias externas destroem a parte exterior do grão (casca) e, alimentam-se da parte interna sem se desenvolverem em seu

interior. Há destruição do grão apenas para fins de alimentação. Exemplo deste tipo de praga é a traça *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) (LORINI, 2005).

As pragas secundárias requerem que os grãos estejam danificados, quebrados ou ainda atacados por pragas primárias para deles se alimentarem. Essas pragas multiplicam-se rapidamente e causam prejuízos elevados. Como exemplos citam-se as espécies *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Laemophloeidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Silvanidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) (LORINI, 2005).

Neste contexto, é importante salientar que o manejo pós-colheita inadequado pode ocasionar rápida deterioração do produto, gerando perdas do ponto de vista nutricional e redução do valor comercial (MAGAN; ALDRED, 2007).

### 3.3.1 *Sitophilus* spp.

*Sitophilus zeamais* conhecido popularmente como gorgulho-do-trigo pertence à ordem Coleoptera e a família Curculionidae (REES, 1996). Trata-se de uma praga primária, pois causa danos aos grãos sadios e intactos enquanto as larvas se alimentam em seu interior. A fêmea deposita os ovos individualmente nos grãos, em orifícios que cavam com as mandíbulas. A cavidade é fechada por uma substância gelatinosa secretada pelas glândulas associadas ao ovipositor. A larva escava um túnel ao se desenvolver no interior do grão e passa por quatro ínstares. A fase de pupa ocorre também no interior do grão e o adulto, assim que emerge, cava sua saída para o exterior, deixando orifícios (EVANS, 1981).

É uma praga primária considerada de maior importância para os grãos armazenados no Brasil por apresentar infestação cruzada que é a capacidade dos insetos de atacar os produtos tanto no campo quanto no depósito, ser praga de profundidade, ou seja, consegue penetrar em grande profundidade em uma massa de grãos, ter elevado potencial biótico e tanto na fase larval quanto na fase adulta, causar danos aos grãos (SILVEIRA et al., 2006).

Tanto larvas como adultos são prejudiciais e atacam grãos e sementes. A postura é feita nos dentro dos grãos e sementes, as larvas, após se desenvolverem, pupam e se transformam em adultos ainda no grão ou semente. Os danos decorrem da redução de peso e de qualidade do grão (LORINI, 2008).

A espécie *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Curculionidae) é cosmopolita, encontra-se em regiões quentes e tropicais causando danos a grãos de arroz, cevada, milho, trigo, sorgo e em cereais processados como o macarrão (METCALF; FLINT, 1962). Suas exúvias e excrementos ficam depositados na massa de grãos e isso contaminando-a e aumentando o nível de ácidos graxos livres, contaminando-os com ácido úrico, causando odor desagradável, reduzindo o rendimento e a qualidade das farinhas (BOFF et al., 2005).

### 3.3.2 *Rhyzopertha dominica*

O inseto *Rhyzopertha dominica*, descrito primeiramente por Fabricius em 1792, é uma das pragas mais destrutivas dos grãos armazenados em todo o mundo. É considerado de grande nocividade no armazenamento do trigo e arroz beneficiado ou com casca, ocorrendo também em sorgo, milho, cevada e centeio (GALLO et al., 2002).

Os adultos são besouros de 2,3 mm a 2,8 mm de comprimento, coloração castanho-escura, corpo cilíndrico e cabeça globular. O ciclo de vida da praga é de aproximadamente 60 dias (POTTER, 1935).

Essa praga primária interna possui elevado potencial de destruição em grãos de trigo, pois é capaz de destruir de cinco a seis vezes seu próprio peso em uma semana (POY, 1991). É a principal praga de pós-colheita de trigo no Brasil, devido a elevada incidência e da grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos grãos e sementes. Deixa os grãos perfurados e com grande quantidade de resíduos na forma de farinha, decorrentes do hábito alimentar. Tanto adultos como larvas causam danos aos grãos e sementes. (LORINI et al., 2015).

### 3.3.3 *Tribolium castaneum*

*Tribolium castaneum* é a praga secundária mais importante em grãos armazenados nas regiões tropicais e sub tropicais (ATHIÊ; PAULO, 2002). O que ajuda a conferir esse *status* é que adultos dessa espécie podem viver por muitos meses ou anos sob condições de temperatura média de 35°C e umidade relativa de 75%. As fêmeas ovipositam de 2 a 10 ovos por dia durante sua fase adulta (SUBRAMANYAM; HAGSTRUM, 1996). Como é praga secundária, depende do ataque de outras pragas para se instalar nos grãos

armazenados. Alimenta-se de grãos quebrados, farinhas e rações causando prejuízos elevados pela sua presença e atividade biológica associada as pragas primárias, provocando a deterioração (LORINI, 2015).

#### **3.3.4 *Oryzaephilus surinamensis***

*Oryzaephilus surinamensis* é uma praga secundária e depende de que os grãos já estejam danificados para se alimentar. De acordo com Jian et al. (2012) *O. surinamensis* apresenta uma distribuição homogênea em grãos armazenados.

#### **3.3.5 *Cryptolestes* spp.**

De acordo com Wiendl et al. (1994) *Cryptolestes pusillus* (Schoenherr) é uma das pragas que ataca farelos, farinhas e grãos já danificados por pragas primárias, embora não cause prejuízos graves em grãos inteiros, mas em farinhas possui um efeito devastador tornando o produto inaproveitável. Seu ciclo evolutivo, sob condições favoráveis, se dá em um pouco mais de três semanas, possui um alto poder reprodutivo, sendo que os adultos podem viver de 6 a 8 meses.

Outra espécie é *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), besouro pequeno, medindo de 1,5 a 2,0 mm de comprimento, de coloração castanho-avermelhada, achatado, possuindo antenas longas com cerdas. Ataca diversos tipos de grãos, produtos secos de origem vegetal, produtos processados e embalados (REES, 1996).

As duas espécies são semelhantes em relação ao comportamento, sendo que sua diferenciação é feita observando-se as estruturas morfológicas.

#### **3.3.6 *Sitotroga cerealella***

Os adultos são mariposas que medem de 10 mm a 15 mm de envergadura, vivem de 6 a 10 dias. Os ovos são colocados sobre as sementes, geralmente nas que estão com algum dano, a fêmea oviposita de 40 a 280 ovos, dependendo do substrato. As larvas penetram no interior das sementes, se alimentam e completam a fase larval, que se estende por aproximadamente 15 dias. A pupa varia de coloração desde branca, no início, a marrom

escura, próximo à emergência do adulto. O período de ovo a adulto dura, em média, 30 dias (LORINI, 2008).

### **3.3.7 *Carpophilus* spp.**

Diferentes espécies de *Carpophilus* ocorrem no campo e também no armazenamento, em uma grande variedade de produtos e dependem de alto nível de umidade para sobreviver. Por essa característica são indicadoras de condições inadequadas de armazenamento (HAINES, 1991).

O ciclo evolutivo de *Carpophilus dimidiatus* varia de 49 dias até 15 dias, em UR superior a 50% (HAINES, 1991) e os ovos medem aproximadamente 0,71 x 0,23 mm (LECATO; FLAHERTY, 1974).

### **3.3.8 *Liposcelis entomophila***

É um psocóptero que mede aproximadamente 1,0 mm de comprimento, possui coloração marrom-pálida, corpo arredondado e macio. Reproduz-se por partenogênese e é capaz de sobreviver sem alimentação por até 100 dias. O ciclo biológico é de aproximadamente três semanas em condições ambientais favoráveis. A longevidade do adulto é de 72 a 144 dias, variando de acordo com as condições ambientais (FARONI et al., 2006).

Crescem em locais úmidos e se alimentam de fungos, carcaças de insetos mortos e ovos de outros insetos. Consomem também colas ricas em proteínas. Os piolhos de livro, nome comum dado aos psocópteros, causam desgastes superficiais e sua presença é indicativa de umidade e de fungos (FRONER; SOUZA, 2008).

## **3.4 Pragas quarentenárias**

As pragas quarentenárias são divididas em dois grupos: as ausentes (A1 - não são encontradas no país) e as pragas presentes (A2 - já são encontradas no país, porém não amplamente disseminadas). Elas representam um risco enorme para o setor agrícola, além disso, a presença delas em determinada região pode comprometer a comercialização de certos produtos agrícolas e implicar, ainda, o impedimento das exportações (SPADOTTO, 2014)

## A INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 52, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2007

Art. 1º, estabelece a lista de pragas A1 e A2 no Brasil, que constam nos Anexos I e II (Alterado pela IN 41, de 01/Jul/2008), respectivamente, desta Instrução Normativa.

### 3.5 Parasitoides

Nem sempre os insetos que ocorrem na massa de grãos são pragas. Muitos são inimigos naturais de alguns insetos que atacam os grãos, como por exemplo, uma importante família de parasitoides, pertencentes à família Pteromalidae. Esses parasitoides, que pertencem à Ordem Hymenoptera, são encontrados naturalmente nas massas de grãos, podendo ser liberados de forma aumentativa para uso no controle biológico. Esses agentes de controle são, ainda, facilmente removidos das massas de grãos, após sua morte, por processos simples de limpeza, pelo fato de seus adultos permanecerem fora dos grãos (FLINN; HAGSTRUM, 2001). *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera, Pteromalidae) foi relatado como parasitóide de uma espécie de gorgulho em grãos de trigo armazenado. Essa espécie de parasitóide possui uma cutícula fortemente esclerotizada que facilita a sua entrada nas massas de grãos para a procura e o parasitismo do hospedeiro *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) (MENDOZA et al., 1999). O parasitoide *Theocolax elegans* Westwood, 1874 (Hymenoptera: Pteromalidae) parasita coleópteros, tais como, *R. dominica*, *Sitophilus* spp.

Além disso, esses inimigos naturais atuam sobre outros coleópteros-praga de grãos armazenados (OKAMOTO 1971).

Uma das restrições ao controle biológico em armazenamento é a possível contaminação dos produtos por fragmentos dos próprios agentes depois de mortos (SCHOLLER 1998). Outra desvantagem é que os inimigos naturais, na maioria das vezes, só aparecem em números significativos após um produto ter sido infestado e danos sérios já terem ocorrido (CHAMP, 1966).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi dividida em três etapas. A primeira etapa, com o objetivo de identificar a entomofauna associada à cadeia do trigo, compreendeu coleta e aquisição de amostras oriundas dos diferentes elos do armazenamento, beneficiamento e

comercialização de produtos derivados de trigo. As metodologias de coleta nos diferentes elos da cadeia nesta etapa do trabalho estão descritas abaixo

A segunda objetivou visitas técnicas a uma unidade armazenadora, moinho e indústria de alimentos a fim de se conhecer os procedimentos de recepção da matéria prima ao produto final e analisar os pontos críticos para a entrada de pragas.

Finalmente, no primeiro elo da cadeia, quando a matéria prima entra em uma unidade armazenadora, são apresentados os custos para a metodologia usual de controle das pragas dos grãos, o expurgo.

#### **4.1 Levantamento da entomofauna associada à cadeia produtiva do trigo (*T. aestivum* L.) pós-colheita comercializada no Estado de São Paulo.**

**UNIDADE ARMAZENADORA:** Foram coletadas amostras de trigo em uma unidade armazenadora localizada na cidade de São Paulo (SP), que recebe grãos produzidos em diferentes estados brasileiros e importados de diferentes países. A unidade tem capacidade estática para armazenar 20 mil toneladas de grãos a granel em silos verticais. Previamente ao desembarque da carga de grãos, a unidade realiza uma amostragem, a fim de se obter uma amostra denominada de consolidada. São coletadas, por meio de um calador, dez amostras simples de 1 Kg de diferentes pontos da carreta e homogeneizadas. Deste total retira-se 1 kg (amostra composta) para realização da análise de pureza e teor de umidade, sendo retirada uma outra amostra de 1 Kg para identificação da presença de insetos. Este procedimento foi adotado para um total de 200 amostras. Os grãos descarregados passam então por processo de expurgo antes de seu armazenamento, a fim de se garantir a qualidade do produto armazenado.

**MOINHOS:** Cem amostras de farinha de trigo processada foram adquiridas em cinco estabelecimentos de comércio atacadista, localizados na cidade de São Paulo. Todas as amostras eram oriundas de uma única unidade de moagem e fabricação de farinha de trigo,.

**INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS:** Amostras do produto acabado (massas) de duas indústrias de alimentos foram adquiridas em quatro estabelecimentos de comércio atacadista para análise de presença de insetos, totalizando 100 amostras do produto acabado

do tipo “Lamen” contendo 80 g, 100 amostras de massa do tipo Espaguete de 500 g cada e 100 amostras de massa do tipo Penne, contendo 500g cada, todas em embalagens originais totalizando 300 amostras.

**COMÉRCIOS VAREJISTAS A GRANEL:** Foram adquiridas amostras de trigo em grãos (1 kg), farinha de trigo branca (1 kg), farinha de trigo integral (1 kg) e farelo de trigo (500 g), em dez diferentes estabelecimentos de venda de produtos a granel localizados nos mercados municipais e na região conhecida como Zona Cerealista; todos localizados na Cidade de São Paulo no Estado de São Paulo. No total foram adquiridas 30 amostras, sendo 10 amostras de grãos de trigo, nove de farinha integral, duas de farinha branca e nove de farelo de trigo, foram adquiridos de acordo com a disponibilidade em cada estabelecimento, não foi encontrada farinha de trigo branca a granel em todos os estabelecimentos, por esse motivo a quantidade de amostras é menor.

**SUPERMERCADOS:** Em dez diferentes estabelecimentos na cidade de São Paulo-SP, foram adquiridas, de forma aleatória de acordo com a disponibilidade de marcas em cada estabelecimento, um total de 64 amostras de 1 kg de farinha de trigo (34 amostras) e de 500 g de macarrão tipo Espaguete (30 amostras).

Os dados de coleta e aquisição de amostras estão condensados na tabela 1 para facilitar a compreensão do que foi analisado nesta etapa do trabalho, lembrando que as amostras foram adquiridas de maneira aleatória e de acordo com a disponibilidade de cada material nos locais estabelecidos para aquisição dessas amostras.

Tabela 1 - Dados compilados dos locais de aquisição de substratos amostrados para avaliação da entomofauna associada ao trigo e seus derivados.

Local de coleta/aquisição	Número de estabelecimentos amostrados	de	Produto avaliado	Número de amostras
Unidade de Armazenamento	1		Trigo em grãos	200 de 1 Kg cada
Mercado Atacadista*	5		Farinha processada	100 amostras de 1 Kg cada
Mercado Atacadista**	4		Massa seca	100 de 80 g cada (Lamen) 100 de 500 g cada (Espaguete) 100 de 500 g cada (Penne)
Comércio Varejista a granel	10		Trigo, farinha de trigo Integral, farinha de trigo branca e farelo de Trigo	10 de 1 Kg (trigo) 09 de 1 Kg (farinha integral) 02 de 1 Kg (farinha branca) 09 de 500 g (farelo de trigo)
Supermercados	10		Farinha de trigo e espaguete	34 de 1 Kg (farinha de trigo) 30 de 500 g (espaguete)

\*amostras adquiridas no mercado atacadista representam o elo de beneficiamento da cadeia do trigo. A marca adquirida é a mesma do moinho que foi visitado no item 5.2.

\*\* amostras adquiridas no mercado atacadista representam o elo de beneficiamento da cadeia do trigo. As marcas adquiridas são as mesmas das indústrias que foram visitadas no item 5.2.

As amostras coletadas na unidade de armazenamento e adquiridas nos diferentes estabelecimentos foram levadas para o Laboratório de Artrópodes do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal do Instituto Biológico, localizado na cidade de São Paulo para triagem e coleta de insetos.

Para a coleta dos insetos foi utilizado um aspirador entomológico e frascos de acondicionamento etiquetados com dimensões de 3,5 x 1,5 cm, contendo álcool 70%. As amostras coletadas na unidade armazenadora foram triadas após a chegada ao laboratório e posteriormente mantidas por cerca de 50 dias em sala climatizada à  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  de temperatura e umidade relativa de  $70 \pm 5\%$ , a fim de se permitir o desenvolvimento de artrópodes a partir de ovos presentes nos substratos (Fig. 1). Após os 50 dias, nova triagem foi realizada com a identificação e contagem do número de insetos retirados das amostras da unidade armazenadora.



Figura 1. Amostras de trigo em grãos acondicionadas em laboratório para investigação da presença de insetos

## 4.2 Identificação dos insetos encontrados nas amostras

Os insetos coletados foram identificados com o auxílio de microscópio estereoscópico (em aumento de 10 a 40x) de acordo com Pereira; Pacheco; Paula (1995); Salvadori (2006), Rees (2007). Foi realizado um cadastro controle onde os recipientes continham as seguintes informações: procedência, espécie identificada, substrato no qual foi coletado e data da coleta.

A realização da identificação da espécie de *Sitophilus* spp. foi feita pelo Dr. Ricardo Harakava do Instituto Biológico de São Paulo e para isso realizou-se a análise de PCR (*Polymerase Chain Reaction*) em 18 amostras de *Sitophilus* spp. a fim de identificar a espécie por serem muito parecidas morfológicamente.

A PCR é uma técnica que envolve a síntese de enzimas *in vitro* em cópias de um segmento específico de DNA na presença da DNA polimerase. Baseia-se no anelamento e extensão enzimática por *primers* (oligonucleotídeos utilizado como iniciadores) que delimitam a sequência de DNA de fita dupla alvo da amplificação (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1996). O resultado encontrado nessas 18 amostras foi de *Sitophilus oryzae*. Os dados nas tabelas 1 e 2 dos resultados estão agrupados em *Sitophilus* spp. por não terem sido realizadas análises moleculares na totalidade das amostras obtidas.

Para identificação, os Psocopteros foram enviados para o especialista Dr. Alfonso Neri Garcia Aldrete da Universidade Autónoma do México e os parasitóides para o Dr. Valmir Antonio Costa, do Instituto Biológico em Campinas.

## 4.3 Identificação das pragas quarentenárias.

Uma parcela significativa dos grãos de trigo armazenados no Estado de São Paulo é proveniente de outros estados e países. Este levantamento contribuiu para identificar se haveriam espécies presentes nos produtos armazenados de importância quarentenária.

No caso de registro de pragas quarentenárias, o Ministério da Agricultura de Abastecimento (MAPA) deve ser notificado, em cumprimento a Portaria 290, de 15 de abril de 1996.

#### **4.4 Análise dos pontos críticos - riscos de infestação por insetos**

Foram realizadas visitas técnicas em diferentes segmentos da cadeia pós-colheita do trigo: uma unidade armazenadora, um moinho, duas indústrias de alimento, um supermercado e no comércio a granel (vários), todos localizados no Estado de São Paulo.

Em cada local visitado foi analisado se as medidas preventivas eram seguidas, como eliminação de resíduos nas instalações, no armazém ou silo que recebe produtos, nos corredores, nas passarelas, nos túneis, nos elevadores e nas moegas (LORINI et al, 2015).

Tais medidas preventivas são de grande importância na conservação de grãos, são mais simples de serem executadas e de menor custo. No entanto, são mais difíceis de serem implementadas pelos responsáveis na armazenagem, devido ao fato de precisar de uma pessoa especializada para esse controle, o que torna mais oneroso o processo.

No moinho, indústria de alimento, supermercados e comércio varejista foram observadas as condições de manipulação e comercialização dos produtos que pudessem favorecer a infestação por artrópodes, tais como a presença visual de insetos e resíduos de alimentos e outras sujidades no chão, somente esses parâmetros foram analisados pois não foi permitida a entrada além da área de venda dos produtos. Os nomes dos estabelecimentos foram omitidos neste trabalho, tendo sido identificados por letras.

#### **4.5 Análise dos custos diretos envolvidos para o controle de insetos nos grãos em unidade armazenadora.**

A unidade armazenadora é um elo importante entre a produção e transporte de grãos antes do processo de fabricação de farinha e outros produtos. As medidas preventivas e de controle de pragas são de importância relevante, uma vez que grãos infestados são recusados no beneficiamento da matéria prima. Desta forma, foi elaborada uma tabela de custos e valores utilizados para controle de pragas na unidade armazenadora, constando os valores de equipamentos de proteção individual (EPIs); produtos químicos; equipamentos de aplicação de agrotóxicos; periodicidade de aplicação, mão de obra, entre outros. A tabela foi elaborada de acordo com o tratamento realizado na unidade armazenadora para tratamento de pragas na massa de grãos armazenados que é feito através do expurgo.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Levantamento da entomofauna associada à cadeia produtiva do trigo (*T. aestivum* L.) pós-colheita comercializada no Estado de São Paulo.

#### UNIDADE ARMAZENADORA

De um total de 200 amostras, 35 não apresentaram presença de inseto praga ou parasitoide. As 165 amostras restantes apresentaram uma ou mais espécies (Fig. 2). Nenhuma praga quarentenária foi identificada.



Figura 2. *Sitophilus* spp. encontrados após a triagem inicial em amostras de trigo oriundas de unidade armazenadora.

Houve diferença no número de espécies e indivíduos coletados na primeira avaliação (1 dia) e após 50 dias, confirmando a presença de ovos e larvas. As espécies *Sitophilus* spp. e *Rhyzopertha dominica* apresentaram as maiores ocorrências, com 74% e 48,5% respectivamente. *Cryptolestes ferrugineus* foi constatado em 38,5% das amostras analisadas. *Cryptolestes pusillus*, *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Carpophilus dimidiatus* e *Sitotoga cerealella* apresentaram ocorrência inferior a 13,0% nas amostras analisadas (Tabela 2).

Dentre as principais pragas da cultura do trigo em pós colheita estão *Sitophilus* spp. e *Rhyzopertha dominica*, cuja presença foi confirmada neste levantamento.

Tabela 2. Entomofauna identificada em amostras de trigo (n=200) provenientes de amostragem prévia ao descarregamento de grãos em unidade armazenadora. São Paulo/SP (12/2015 a 02/2016). Análises no dia 1 e 50 após a aquisição do substrato.

Taxon	1 dia		50 dias	
	Número de amostras com a espécie	Porcentagem (n=200)	Número de amostras com a espécie	Porcentagem (n=200)
<i>Sitophilus</i> spp. (Coleoptera: Curculionidae)	99	49,5%	148	74%
<i>Rhyzopertha dominica</i> (Coleoptera: Bostrychidae)	87	43,5%	137	68,5%
<i>Tribolium castaneum</i> (Coleoptera: Tenebrionidae)	28	14%	14	7%
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Coleoptera: Silvanidae)	22	11%	15	7,5%
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Coleoptera: Laemophloeidae),	17	8,5%	77	38,5%
<i>Cryptolestes pusillus</i> (Coleoptera: Laemophloeidae),	7	3,5%	16	8%
<i>Sitotroga cerealella</i> (Lepidoptera: Gelechiidae)	4	2%	10	5%
<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)	11	5,5%	25	12,5%
<i>Theocolax elegans</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)	3	1,5%	12	6
<i>Carpophilus dimidiatus</i> (Coleoptera: Nitidulidae)	1	0,5%	0	0
<i>Liposcelis entomophila</i> (Psocodea: Liposcelididae)	55	27,5%	27	13,5%

Em trabalho semelhante realizado em vagões toneleiros por Perez-Mendoza et al. (2004) em trigo foram registradas oito espécies de pragas, sendo as duas mais abundantes *R. dominica* e *C. ferrugineus*, que são as espécies mais comuns em trigo armazenado nos Estados Unidos (HAGSTRUM, 1987). *R. dominica* estava presente em 54% dos compartimentos amostrados, seguido de *C. ferrugineus* (50%), *S. oryzae* (12,5%), Dermestidae (12,5%), *Oryzaephilus surinamensis* (8,3%), e *Tribolium castaneum*, *T. stercorea* e *Ahasverus advena* (4,2%).

Já Dowdy e McGaughey (1994) encontraram um total de nove espécies de insetos de grãos armazenados de trigo coletados em dois anos de estudo. As cinco mais abundantes eram *Cryptolestes pusillus*, *C. ferrugineus*, *R. dominica*, *Ahasveros advena*, *Typhaea stercorea*, *Tribolium* spp., *Oryzaephilus surinamensis*, *S. oryzae*, *Plodia interpunctella*.

O trigo que chega até a Unidade Armazenadora na cidade de São Paulo possui várias origens, tanto nacionais, quanto internacionais. Os países que exportam para o Brasil são a Argentina e o Uruguai, nesta ordem de importância, onde verificamos que o trigo de procedência argentina e nacional possuem maior ocorrência de pragas em relação ao trigo procedente do Uruguai (Tabela 3).

Tabela 3. Entomofauna associada a amostras de trigo (n=200) provenientes de amostragem prévia ao descarregamento de grãos em unidade armazenadora, de acordo com a origem. São Paulo/SP (12/2015 a 02/2016). Análises no dia 1 e 50 após a aquisição do substrato.

Taxon	Brasil (n=88)		Argentina (n=90)		Uruguai (22)	
	1 dia	50 dias	1 dia	50 dias	1 dia	50 dias
<i>Sitophilus</i> spp. (Coleoptera: Curculionidae)	34	54	59	88	6	6
<i>Rhyzopertha dominica</i> (Coleoptera: Bostrychidae)	25	43	57	88	5	6
<i>Tribolium castaneum</i> (Coleoptera: Tenebrionidae)	19	11	8	3	1	0
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Coleoptera: Silvanidae)	16	7	5	8	1	0
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Coleoptera: Laemophloeidae),	11	30	4	44	2	3
<i>Cryptolestes pusillus</i> (Coleoptera: Laemophloeidae),	5	8	2	7	0	1
<i>Sitotroga cerealella</i> (Lepidoptera: Gelechiidae)	1	2	2	8	1	0
<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)	1	21	10	4	0	0
<i>Theocolax elegans</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)	0	12	3	0	0	0
<i>Carpophilus dimidiatus</i> (Coleoptera: Nitidulidae)	1	0	0	0	0	0
<i>Liposcelis entomophila</i> (Psocodea: Liposcelididae)	10	5	44	17	1	5

*Sitophilus* spp. e *Tribolium castaneum* são as pragas mais importantes em grãos armazenados na Argentina (DESCAMPS et al., 2004). Observa-se que nos resultados obtidos no presente trabalho, encontrou-se uma maior quantidade de *Sitophilus* spp. em amostras oriundas da Argentina, seguido de *R. dominica* e *Liposcelis entomophila*. *T. castaneum* não foi representativo nas amostras da Argentina, tendo sido mais frequente nas amostras nacionais (Tabela 3).

Nas amostras provenientes do Brasil, *Sitophilus* spp. seguidos por *R. dominica* foram frequentes. Nota-se que na avaliação após 50 dias o número de amostras com a presença de insetos aumentou. Isso ocorreu pela presença de ovos de insetos na massa de grãos com emergência ao longo dos dias, em condições de laboratório. O mesmo pode ser observado nas amostras provenientes da Argentina, após 50 dias (Tabela 3).

Nas amostras oriundas do Uruguai, também foram observadas amostras infestadas com insetos, especialmente com a presença de *Sitophilus* spp. e *R. dominica*, mas em quantidade menor comparado às amostras nacionais e oriundas da Argentina.

Duas espécies de parasitoides, *Anisopteromalus calandrae* Howard, 1891 (Hymenoptera: Pteromalida-e) e *Theocolax elegans* Westwood, 1874 (Hymenoptera: Pteromalidae) foram registradas tanto nas amostras nacionais quanto naquelas oriundas da Argentina (Tabela 4). Após 50 dias de manutenção das amostras em condições de laboratório, algumas apresentaram aumento no número de adultos de parasitoides (Tabela 4).

*A. calandrae* é um importante inimigo natural de *R. dominica* e *S. zeamais* parasitando as larvas desses coleópteros (MENON et al., 2002). *T. elegans* foi registrado em trigo parasitando *S. zeamais* (HELBIG, 1998) em condições de armazenamento, bem como acarretando supressão populacional de *R. dominica* nessas condições (FLINN et al., 1996).

Assim como nos relatos de outros autores, confirmou-se que apenas nas amostras infestadas por *S. zeamais* e *R. dominica* foram encontrados *A. calandrae* e *T. elegans*.

Tabela 4. Número de amostras com parasitoides identificados em amostras de trigo (n=200) provenientes de amostragem prévia ao descarregamento de grãos em unidade armazenadora. São Paulo/SP (12/2015 a 02/2016).

Espécie de inseto praga	Número de amostras com <i>Anisopteromalus calandrae</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)		Número de amostras com <i>Theocolax elegans</i> (Hymenoptera: Pteromalidae)	
	1 dia	50 dias	1 dia	50 dias
	<i>Sitophilus oryzae</i> .	3	4	0
<i>Rhyzopertha dominica</i>	2	3	0	0
<i>S. oryzae</i> + <i>R. dominica</i>	3	15	0	8
<i>R. dominica</i> + <i>Liposcelis entomophila</i>	2	0	1	0
<i>S. oryzae</i> + <i>R. dominica</i> + <i>L. entomophila</i>	1	3	2	4
<b>Total</b>	11	25	3	12

## MERCADO ATACADISTA

Das 100 amostras de farinha de trigo processada, que foram adquiridas em cinco mercados atacadistas, mas da marca do moinho que foi visitado para análise de riscos para entrada de pragas (ver item 5.2), não foram constatados insetos. As avaliações foram realizadas no dia da obtenção da amostra (dia 1) e após 50 dias.

Já nas amostras de massas secas, que foram adquiridas em quatro mercados atacadistas, mas da mesma marca das duas indústrias de alimento visitadas para análise de risco de pragas (ver item 5.2) do tipo Lamem, espaguete e penne, apenas a espécie *S. oryzae* foi registrada nestes alimentos, tanto no espaguete, quanto no macarrão tipo penne (Tabela 5), não foi observado nenhum inseto no macarrão tipo Lamem, uma possível explicação é por ele passar por um processo de pré-fritura em sua produção.

Tabela 5. Porcentagem de infestação em massas secas adquiridas no comércio atacadista. São Paulo.

Produto	Nº de amostras (n)	% de Infestação		Espécies encontradas
		1 dia	50 dias	
Macarrão tipo lamen	100	0,0	0,0	-
Macarrão tipo espaguete	100	0,0	6,0	<i>Sitophilus oryzae</i>
Macarrão tipo pene	100	0,0	7,0	<i>Sitophilus oryzae</i>

## COMÉRCIO VAREJISTA A GRANEL

O número de insetos encontrados nas amostras obtidas no comércio varejista a granel foi baixo, não sendo observada a presença de indivíduos das ordens Psocodea e Lepidoptera, além de parasitoides. Não foi registrado aumento do número de amostras com a presença de pragas após 50 dias de manutenção em condições de laboratório (Tabela 6). Ressalta-se que nesta tabela apenas constam os resultados de insetos encontrados em grãos de trigo, pois não foram encontrados insetos na farinha de trigo integral, farinha de trigo branca e farelo de trigo.

Não há trabalhos que investigaram esses alimentos vendidos a granel, sendo este o primeiro relato. O trabalho mais próximo, porém com outros substratos, foi o realizado por Aquino e Potenza (2013) avaliando a entomofauna em rações a granel, onde foram encontradas as seguintes espécies: *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis*, sendo essas duas as mais frequentes nas amostras, *O. mercator*, *Lasioderma serricorne*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Carpophilus hemipterus* e *Liposcelis* sp.

Comparando-se com os resultados encontrados neste trabalho, apenas os insetos do gênero *Sitophilus*, que poderiam ser da espécie *S. zeamais*, são equivalentes aos insetos encontrados em rações vendidas a granel.

Tabela 6. Número de espécies e número de amostras de grãos de trigo com insetos (n=10) provenientes de locais de venda a granel na cidade de São Paulo

Espécie	1 dia		50 dias	
	Número de amostras	Porcentagem	Número de amostras	Porcentagem
	com a espécie	(n=10)	com a espécie	(n=10)
<i>Sitophilus</i> spp. (Coleoptera: Curculionidae)	3	10%	6	20%
<i>Rhyzopertha dominica</i> (Coleoptera; Bostrychidae)	0	0	1	3,33%
<i>Tribolium castaneum</i> (Coleoptera: Tenebrionidae)	0	0	0	0
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Coleoptera: Silvanidae)	2	6,66%	3	10%
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Coleoptera: Laemophloeidae)	1	3,33%	2	6,66%
<i>Cryptolestes pusillus</i> (Coleoptera: Laemophloeidae)	0	0	2	6,66%
<i>Sitotroga cerealella</i> (Lepidoptera: Gelechiidae)	0	0	1	3,33%

## SUPERMERCADOS

Nas amostras analisadas de farinha de trigo e macarrão tipo espaguete, adquiridas em dez supermercados, houve registro de apenas uma espécie de praga, *S. oryzae* (Tabela 7).

Tabela 7. Ocorrência de insetos em amostras de espaguete (n=30) e farinha de trigo (n=34) provenientes de supermercados da cidade de São Paulo (10/2016 e 12/2016).

Amostra	Número de amostras adquiridas	Insetos Encontrados	
		Dia 1	Dia 50
		<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Sitophilus oryzae</i>
Espaguete “A”	8	1	0
Espaguete “B”	7	0	0
Espaguete “C”	8	0	0
Espaguete “D”	1	0	0
Espaguete “E”	1	1	0
Espaguete “F”	3	0	0
Espaguete “G”	1	0	0
Espaguete “H”	1	0	0
Farinha “A”	10	0	0
Farinha “B”	10	0	0
Farinha “C”	8	0	0
Farinha “D”	2	0	0
Farinha “E”	1	0	0
Farinha “F”	3	0	0

A presença foi baixa de insetos, apenas uma embalagem de Espaguete da marca “C” do estabelecimento “B” e uma embalagem de Espaguete da marca “A” do estabelecimento “E” na triagem feita no dia da obtenção da amostra (dia 1), não sendo observada nova presença de insetos aos 50 dias após. Nas demais embalagens não foram encontrados insetos

ou qualquer outro tipo de matéria estranha, tanto no dia da obtenção das amostras (dia 1), quanto após 50 dias. Vale ressaltar que todos os produtos estavam dentro do prazo de validade.

Em trabalho publicado por Villela (2004), foram analisados produtos adquiridos em supermercados no período de 1987 a 2002. O autor também avaliou a presença de insetos, em farinha de trigo, tendo sido relatada a presença de insetos em 8% no período de 1987-1991 e nenhum inseto nas amostras no período entre 1996-2002. Também foram avaliadas massas, mas não foram encontrados insetos nas amostras.

## **5.2. Análise dos custos diretos envolvidos para o controle de insetos nos grãos em unidade armazenadora.**

Foram identificados os principais componentes de custo de tratamento fitossanitário na unidade armazenadora de grãos onde foi realizada a visita na cidade de São Paulo (ver item 5.2). O tratamento realizado durante o descarregamento para armazenamento para controle de insetos é o expurgo que é realizado com fosfeto de alumínio. O custo direto deste tratamento segue na tabela abaixo:

Tabela 8. Custo direto do tratamento de grão trigo armazenado por célula de armazenamento com capacidade de 2.000 toneladas, São Paulo - SP (02/2017).

<b>Ação</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Valor (US\$)</b>
<b>10 horas de tratamento (2 funcionários)</b>	1.602,40	518,58
<b>16 Kg de Fosfeto de Alumínio</b>	2.400,00	776,70
<b>Kit EPI (Equipamento de Proteção Individual)** (2 funcionários)</b>	206,00	66,67
<b>Total</b>	<b>4.208,40</b>	<b>1.361,95</b>

\* Fosfeto de Alumínio (Kg)= R\$ 150,00

\*\* O EPI (Equipamento de Proteção Individual) recomendado e utilizado neste tipo de tratamento é: máscara facial anti-gás (com filtro de carvão ativado) com protetor facial cobrindo toda face, luvas e botas de borracha, macacão de algodão impermeável com mangas compridas.

\*\*\* Valor por hora por funcionário = R\$ 80,12.

\*\*\*\* De acordo com a cotação do dólar do dia 16/05/2017 de US\$ 1 = R\$ 3,09.

### 5.3. Impactos gerados pela presença de pragas

Em um estudo realizado por Gustavson et al. (2011) foram estimadas as perdas de produtos na cadeia de produção e consumo. O trigo é citado no grupo de cereais (Quadro 2).

Quadro 2. Perdas estimadas em porcentagem de cereais por etapa da cadeia produtiva na América Latina, 2011.

<b>Etapas</b>	<b>Produção</b>	<b>Manejo e</b>	<b>Processamento</b>	<b>Distribuição</b>	<b>Consumo</b>
<b>Produtos</b>	<b>Agrícola</b>	<b>Estocagem</b>	<b>e embalagem</b>		<b>Doméstico</b>
Cereais	6%	4%	2 a 7%	4%	10%

Fonte: Gustavson et al. (2011)

Desta porcentagem de perdas, os insetos causam frequentemente perdas quantitativas que podem atingir 5-10% nas regiões temperadas e 20-30% nas regiões tropicais (HAQUE et al., 2000).

Um primeiro impacto gerado na cadeia produtiva pós-colheita é a despesa com expurgo no tratamento dos grãos, com caráter de garantir a massa de grãos armazenada isenta de pragas. A presença de insetos se desenvolvendo na massa de grãos pode gerar além da perda quantitativa e qualitativa dos grãos, a promoção de calor e favorecimento de fungos.

Alguns impactos advindos das reclamações de consumidores são muito importantes, que podem envolver a retirada de lotes de produto do comércio, interdição de estabelecimentos, ações judiciais, prejuízos relacionados a imagem do fabricante e queda nas vendas do produto. A mensuração destes impactos carece de dados publicados para um maior aprofundamento da questão.

## 6. CONCLUSÕES

- ✓ A ocorrência de insetos em amostras de trigo em grãos que chegam na Unidade Armazenadora da cidade de São Paulo é de até 49,5% em 1 dia e 74% após 50 dias da coleta.
- ✓ A maioria dos insetos pertence às duas principais espécies que atacam trigo armazenado, *Sitophilus* spp. (provavelmente *S. oryzae*) e *Rhyzopertha dominica*.
- ✓ A ocorrência de psocópteros é de 27,5% no dia da coleta e após 50 dias de 13,5% nas amostras recebidas na unidade armazenadora.
- ✓ Registraram-se duas espécies de parasitoides, *Anisopteromalus calandrae* e *Theocolax elegans* em amostras de trigo em grãos oriundos da unidade armazenadora. Os parasitoides estavam presentes em grãos de trigo infestados por *S. zeamais* e *R. dominica*.
- ✓ Encontrou-se uma maior quantidade de *Sitophilus* spp. em amostras oriundas da Argentina, seguido de *R. Dominica* e *Liposcelis entomophila*. *T. castaneum* não foi representativo nas amostras da Argentina, tendo sido mais frequente nas amostras nacionais.
- ✓ No trigo em grãos e subprodutos vendidos a granel, a ocorrência de insetos foi quase nula.
- ✓ Não foi encontrada ocorrência de insetos nos produtos finais comercializados e adquiridos.
- ✓ O custo direto do tratamento de grão trigo armazenado por célula de armazenamento com capacidade de 2.000 toneladas é de US\$ 1361,95.
- ✓ Não foram encontradas pragas quarentenárias nas amostras analisadas.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como um complemento deste trabalho foram analisados pontos críticos em uma unidade armazenadora, moinho de farinha, indústria de alimento, comércio varejista a granel e supermercado.

### **7.1. Análise dos pontos críticos quanto a ocorrência de insetos**

A amostragem e análise são ferramentas importantes na tomada de decisão de liberação da carga de grãos. O tratamento fitossanitário da massa de grãos por expurgo durante o descarregamento exerce fundamental papel na manutenção da qualidade do produto a ser armazenado. A limpeza e remoção de resíduos são importantes na prevenção de insetos. A utilização de armadilhas de monitoramento auxilia no diagnóstico precoce de uma possível infestação nas instalações.

No decorrer do desenvolvimento do projeto foram realizadas algumas visitas com o intuito de se conhecer e fazer uma análise de alguns pontos críticos, apontar locais que possam passar por melhorias a fim de minimizar ataques de pragas.

#### **UNIDADE ARMAZENADORA**

A primeira visita foi realizada em uma unidade armazenadora que fica localizada na cidade de São Paulo - SP. Esta unidade recebe grãos de algumas partes do Brasil e também do Mundo, como Argentina, Uruguai, Estados Unidos, Canadá entre outros.

É uma unidade antiga, fundado em 1970 (CEAGESP), passou por algumas adaptações até os dias atuais.

#### **MOINHO DE FARINHA**

O processo de moagem do trigo em um moinho segue conforme fluxograma da figura 3.

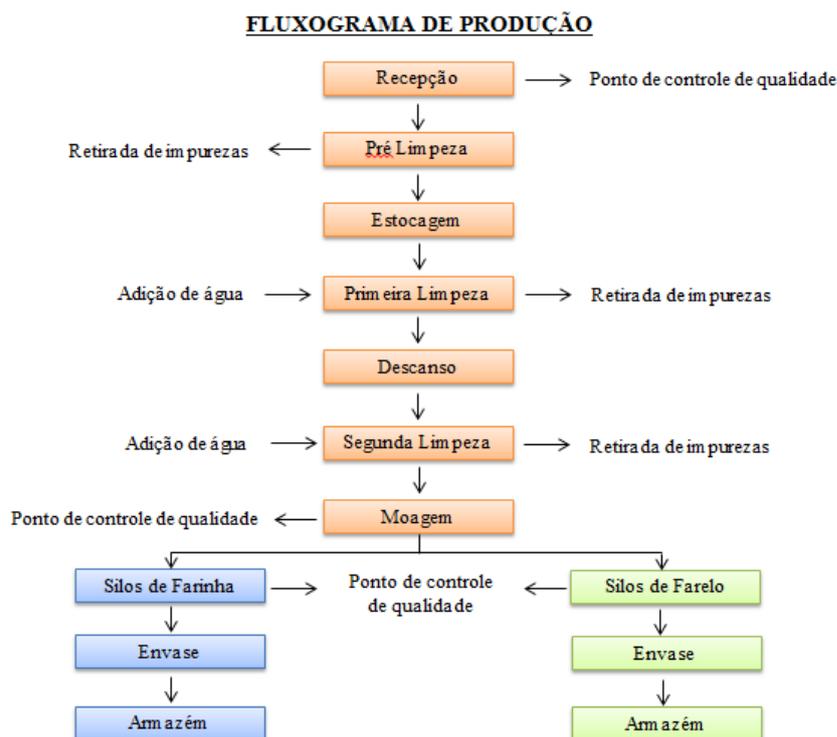


Figura 3. Fluxograma de produção de moinho de trigo.

Fonte: Sinditrigo, 2011.

Em visita realizada em um moinho, não foi permitido realizar anotações no interior do moinho e nem tirar fotos das áreas interna e externa.

Observações foram realizadas no local quanto a presença de insetos e de sujidades no interior do moinho e nada foi registrado quanto a esses aspectos.

O transporte de grãos do silo ao moinho é realizado por caminhão. Previamente ao descarregamento é realizada uma amostragem composta que avalia também a presença de insetos. O índice de tolerância para a presença de insetos vivos é zero. O sistema de produção é praticamente hermético, não sendo constatada durante a visita presença de vazamentos de farinha durante as diferentes etapas de moagem e insetos no ambiente.

Após aprovada nesse controle inicial, a carga é liberada para começar o processo de moagem dos grãos.

Desde a entrada até o empacotamento na embalagem final não há contato manual ou contato com o ambiente externo desse produto, isso pode ser observado e comprovado na qualidade do produto final, onde nenhum inseto foi registrado nas amostras analisadas no dia 1 e 50 dias após a aquisição dos produtos (ver item 5.1).

A amostragem e análise são ferramentas importantes na tomada de decisão para a liberação da carga de grãos, uma vez que a planta industrial não permite a realização de tratamento fitossanitário da massa de grãos. A utilização de máquina de impacto para quebra de ovos de insetos durante o processo de moagem auxilia na prevenção de ocorrências, juntamente com a utilização de armadilhas de monitoramento.

## **INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS**

Foi realizada uma visita a duas indústrias de alimentos, que utilizam farinha de trigo como parte dos ingredientes de fabricação de massas, a fim de se conhecer os procedimentos de recepção das matérias-primas e beneficiamento até o produto acabado. Previamente ao descarregamento é realizada uma amostragem que avalia também a presença de insetos. A farinha descarregada é armazenada em um silo externo à fábrica e passa por uma máquina de impacto a fim de quebrar possíveis ovos de insetos remanescentes. O índice de tolerância para a presença de insetos vivos era zero.

A matéria prima isenta de insetos e a certificação de fornecedores é essencial na garantia de um processo de fabricação isento de risco de infestação. A utilização de máquina de impacto para quebra de ovos de insetos também se aplica com ferramenta preventiva, conjuntamente com armadilhas de monitoramento.

## **COMÉRCIO VAREJISTA A GRANEL**

Os estabelecimentos visitados foram os mesmos onde foram adquiridos os alimentos para análise da entomofauna associada, já descrita no ítem 5.1.

Constataram-se boas práticas de armazenamento e comercialização dos produtos vendidos a granel. As espécies de pragas que ocorrem em produtos armazenados são polífagas e o risco de infestação cruzada neste ambiente se torna elevado.

Os estabelecimentos encontravam-se limpos e os produtos estavam armazenados de maneira adequada em recipientes de acrílico fechados. Não foi constatada

durante a visita a identificação visual de insetos e a presença de resíduos no chão dos estabelecimentos (Quadro 1).

Quadro 1. Condições de comercialização a granel de grãos e farinha de trigo em estabelecimentos varejistas. São Paulo. 12/2015.

<b>Estabelecimento (n=10)</b>	<b>Armazenamento em recipiente fechado</b>	<b>Identificação visual de insetos</b>	<b>Resíduos no chão</b>
1	Sim	Não	Não
2	Sim	Não	Não
3	Sim	Não	Não
4	Sim	Não	Sim
5	Sim	Não	Não
6	Sim	Não	Não
7	Sim	Não	Sim
8	Sim	Não	Não
9	Sim	Não	Não
10	Sim	Não	Não

De acordo com os resultados obtidos na análise das amostras de trigo, farinha de trigo integral, farinha de trigo branca e farelo de trigo originadas de ambientes de venda a granel, podemos associar que o cuidado desses ambientes impacta na qualidade dos produtos e na presença de insetos pragas, como observado no quadro 1.

## **SUPERMERCADOS**

Da mesma forma que no comércio varejista a granel, a análise de risco de pragas foi registrada na visita aos 10 supermercados para a aquisição dos alimentos analisados pela entomofauna associada. Nos locais foi observado se havia presença de insetos e sujidades e em nenhum deles isso foi observado.

A movimentação de toneladas de produtos derivados do trigo como massas secas e farinhas de diferentes procedências regionais do país, em curto espaço de tempo,

favorece a ocorrência de infestações cruzadas. Ações de descarte de produtos infestados precisam ser tomadas a fim de evitar novas infestações. A utilização de armadilhas de monitoramento é uma ferramenta importante no diagnóstico precoce.

## 8. REFERÊNCIAS

ANDERSON, K.; SCHURLE, B.; REED, C.; PEDERSEN, J. An economic analysis of producers decisions regarding insect control in stored grain. **North Central Journal of Agricultural Economics**, Urbana, v.12, p. 23-29, 1990.

AQUINO, S.; POTENZA, M. R. Análise da micobiota associada à entomofauna em rações a granel para animais domésticos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 2, p. 243-247, 2013.

ATHIÉ, I.; PAULO, D. C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. 2nd ed, São Paulo, Varela, 244p. 2002.

BENTO, J. M. S. Perdas por insetos na agricultura. **Ação ambiental II**, Viçosa, v. 4, p. 19-21, 1999.

BESKOW, P.; DECKERS, D. Capacidade brasileira de armazenagem de grãos. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG. p. 97-115. 2002.

BEQUISA. **Gastoxin B57**. Disponível em: <http://www.bequisa.com.br/produtos//GASTOXIN-B57>. Acesso em: 24 mar. 2017.

BOFF, P.; DEBARBA, J. F.; SILVA, E.; WERNER, H. Qualidade e sanidade de mudas de cebola em função da adição de composto termófilo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 875-880, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura: trigo**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/culturas/trigo/index.htm>> Acesso em: 25 jun 2015.

CAMPOS, T. B.; ZORZENON, F. J. **Pragas dos grãos e produtos armazenados**. São Paulo: Instituto Biológico, 2006. (Boletim Técnico 17).

CARNEIRO, L. M. T. A. et al. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 127-137, 2005.

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo. **Histórico**. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/a-ceagesp/institucional/historico/>. Acesso em 24/03/2017.

CHAMP, B. R. Insects and mites associated with stored products in Queensland. 4. Acarina and Pseudoscorpiones. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Science**, v. 23, p. 197-210, 1966.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira Grãos**. Brasília, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_05\\_12\\_10\\_37\\_57\\_boletim\\_gaos\\_mai\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_gaos_mai_2017.pdf). Acesso em: 05 mai. 2017.

DESCAMPS, L. R. et al. Reproduction of *Sitophilus oryzae* L.(Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) on argentine wheat cultivars. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas (España)**, 2004.

DOWDY, A. K.; MCGAUGHEY, W. H. Seasonal activity of stored product insects in na around farm-stored wheat. **Journal of Economic Entomology**. College Park, v. 87, p. 1352-1358, 1994.

EDWARDS, S.G. Influence of agricultural practices on fusarium infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins. **Toxixology Letters**, v.153, n.1, p.29-35, 2004.

EVANS, D. E. The biology of stored products Coleoptera. **Proc. Aust. Dev. Asst.** Course on Preservation of Stored Cereals, 1981, p.149-185.

FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. **Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. Tecnologia de armazenagem em sementes**. Campina Grande: UFCG, 2006. 402 p.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Brasília: EMBRAPA, 1996.

FLINN, P.W.; HAGSTRUM, D.W.; MCGAUGHEY, W.H. Suppression of beetles in stored wheat by augmentative releases of parasitic wasps. **Environmental Entomology**, v. 25, n. 2, p. 505-511, 1996.

FLINN, P.W.; HAGSTRUM, D.W. Augmentative releases of parasitoid wasps in stored wheat reduces insect fragments in flour. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, n. 2, p. 179-186, 2001.

FRONER, Y.; SOUZA, L. A. Controle de pragas. **Tópicos em Conservação Preventiva-7**, UFMG. Belo Horizonte, 2008.

FONTES, L.S; ALMEIDA FILHO, A. J; ARTHUR, V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em Cultivares de Arroz (*Oryza sativa* L.). Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 70, n. 3, 303-307. 2003.

GALLO, D., et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U. **Global Food Losses and Food Waste**. Roma: FAO, 2011.

HAGSTRUM, D.W. Seasonal variation of stored wheat environment and insect populations. **Environmental Entomology**, College Park, v.16, p.77-83, 1987.

HAGSTRUM, D.W.; FLINN, P.W. **Integrated pest management**. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (eds.) **Integrated management of insects in stored products**. New York: M. Dekker, p. 399-409. 1996.

HAINES, C. P. **Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification**. 2. ed. Chatham, Kent: Natural Resources Institute, 246 p. 1991.

HAQUE, M. A.; H. NAKAKITA; H. IKENAGA & N. SOTA. Development-inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, 36: 281-287. 2000.

HELBIG, J. Ability of naturally parasitoids to suppress the introduced pest *Prostephanus truncates* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in traditional maize stores in Togo. **Journal Stored Products**. Oxford, v. 34, p. 287-295, 1998.

JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Storage and drying of grain in Canada: low cost approaches. **Food Control**, v. 14, n. 04, p. 255-261, 2003.

JIAN, F.; LARSON, R.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Three dimensional temporal and spatial distribution of adult *Oryza ephilus surinamensis* and *Sitophilus oryzae* in stored wheat under different temperatures, moisture contents, and adult densities. **Journal of Stored Products Research**, v.49, p.155-165, 2012.

KOCH, H. J.; PRINGAS, C.; MAERLAENDER, B. Evaluation of environmental and management effects on Fusarium head blight infection and deoxynivalenol concentration in the grain of winter wheat. **European Journal of Agronomy**, v. 24, n. 2, p. 357-366, 2006.

LECATO, G. L.; FLAHERTY, B. R. Description of eggs of selected species of stored product insects. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Kansas, v. 47, p. 308-317, 1974.

LORINI, I. **Pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1999. 60 p.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. 3 ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 80 p.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72p.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C. ; FRANÇA-NETO, J. B; HENNING, A. A. Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento. **Informativo Abrates**, Londrina, vol.19, nº.1, 2009.

LORINI, I., KRZYZANOWSKI, F. C., de BARROS FRANÇA-NETO, J., HENNING, A. A., & HENNING, F. A. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. EMBRAPA, Brasilia-DF, 2015.

MAGAN, N.; ALDRED, D. Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. **International Journal**. Vol. 119, Issues 1-2, Mycotoxins from the Field to the Table, 2007.

MENDOZA, J.P. *et al.* Effects of Protect-It on efficacy of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. **Environmental Entomology**, Oxford, v.28, n. 3, p. 529-534, 1999.

MENON, A.; FLINN, P.W.; DOVER, B.A. Influence of temperature on the functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Stored Products**. Res. 38: 2002. P. 463-469.

METCALF, C. L; FLINT, W. P. **Destructive and useful insects: their habits and control**. 4. ed. New York : McGraw-Hill, 1962.1087 p.

MILLS, R.; PEDERSEN, J.R. **A flour mill sanitation manual**. St. Paul: Eagan Press, 1990. 64p.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. **Produção potencial de trigo no Brasil**. Campinas, SP. Embrapa Gestão Territorial, 2014. 2 p.

OKAMOTO, K. The synchronization of the life cycles between *Callosobruchus chinensis* (L.) and the parasite *Anisopteromalus calandrae* Howard. **Journal of Ecology**. 21: 233-237. 1971.

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

PEDERSEN, J.R. **Insects: identification, damage and detection**. In: Sauer, D.B. (ed.). **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1992. 489 p.

POTTER, C. The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (Fab.). **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, v.83, p.449-482, 1935.

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

REES, D. **Insects of stored grain: a pocket reference**. Collingwood, CSIRO. 1996, 81p.

ROSSI, Ricardo Messias. NEVES, Marcos Fava. Coord. **Estratégias para o Trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.

ROSSI, R. M.; NEVES, M. F.; CASTRO, L. T. Quantificação e coordenação de sistemas agroindustriais: o caso do trigo no Brasil. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 93-102, 2005.

SANTOS, A.K.; FARONI, L.R.D; GUEDES, R.N.C.; SANTOS, J.P.; ROZAZDO, A.F. Nível de dano econômico de *Sitophilus zeamais* (M.) em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p. 273-279, 2002.

SANTOS, J. P dos. Perdas Causadas por Insetos em Grãos Armazenados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS. 29 nov. – 01 dez, 1993, Passo Fundo. *Anais*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNTP, 1993. p. 9 -22.

SCHOLLER, M.. Integration of biological and non-biological methods for controlling arthropods infesting stored products. **Postharv. News Informative**. 9: 1998. P. 15-20.

SILVA, J.R.; FERREIRA, C.R.R.PT.; JUNIOR, S.N. Padrão sazonal de preços trigo: São Paulo, Paraná, Estados Unidos e Argentina. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.3, 2004.

SILVA, P. H. et al. CONTROLE ALTERNATIVO DE *Sitophilus zeamais* MOTS., 1855 (COL.: CURCULIONIDAE) EM GRÃOS DE MILHO. **Cadernos de Agroecologia**, Londrina, v. 2, n. 1, 2007.

SILVEIRA, R. D.; FARONI, L. R. D. A.; PIMENTAL, M. A. G.; ZOCCOLO, G. J. Influência da temperatura do grão de milho, no momento da pulverização, e do período de armazenamento, na mortalidade de *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, pela mistura bifenthrin e pirimifós-metil. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.31, p.120-124, 2006.

SINDITRIGO-PR - Sindicato da Indústria do Trigo no Estado do Paraná. Sistema SIEP. Caderno 'Panorama Industrial do Trigo no Paraná, 2011.

SPADOTTO, C. A. Pragas: agricultura brasileira ameaçada. **Revista Agroanalysis**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 31, 2014.

VILLELA, M. L. R. **Pesquisa de sujidades em farinha de trigo e seus derivados entre 1987 e 2002: a importância do controle de qualidade na higiene e segurança alimentar, sua influência na Legislação sanitária e promoção da saúde**. Fundação Oswaldo Cruz.

Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Rio de Janeiro. 2004. 114 p. Tese de Doutorado.

WIENDL, F., ARTHUR, V., WIENDL, J., & PELUTZEN, F. Longevidade e reprodução de *Cryptolestes pusillus* (Schoenherr) (Col., Cucujidae) após irradiação gama. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, p. 222-225, 1994.