

FABIANE CRISTINA CERUTI

**RASTREABILIDADE DE GRÃOS: CONCEITO, DESENVOLVIMENTO
DE SOFTWARE E ESTUDOS DE CASOS DE MANEJO DE
INSETOS NO ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sonia M. N. Lazzari

Co-orientadores: Prof. Dr. Airton R. Pinto Jr.

Prof. Dr. Flavio A. Lazzari

CURITIBA

2007

FABIANE CRISTINA CERUTI

**RASTREABILIDADE DE GRÃOS: CONCEITO, DESENVOLVIMENTO
DE SOFTWARE E ESTUDOS DE CASOS DE MANEJO DE
INSETOS NO ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sonia M. N. Lazzari

Co-orientadores: Prof. Dr. Airton R. Pinto Jr.

Prof. Dr. Flavio A. Lazzari

CURITIBA

2007

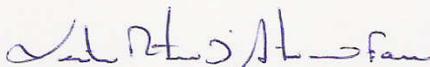
FABIANE CRISTINA CERUTI

“RASTREABILIDADE DE GRÃOS: CONCEITO, DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE E ESTUDOS DE CASOS DE MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO.”

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



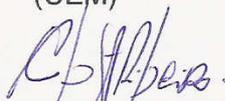
Profa. Dra. Sonia Maria Noemberg Lazzari (Orientadora)
(UFPR)



Profa. Dra. Leda D'Antonino Faroni
(UFV)



Prof. Dr. Valdeci Antoninho Dalpasquale
(UEM)



Profa. Dra. Cibele Stramare Ribeiro-Costa
(UFPR)



Prof. Dr. Airton Rodrigues Pinto Júnior
(PUC/PR)

Curitiba, 27 de abril de 2007.

Dedico:

Aos meus pais Adelmo e Marli

Ao meu irmão Alexandre

Ao meu namorado Helio

*“De tudo ficam três coisas:
a certeza de que estamos começando,
a certeza que é preciso continuar e a certeza
de que podemos ser interrompidos
antes de terminar.
Fazer da interrupção um novo caminho,
da queda um passo de dança,
do medo uma escola, do sonho uma ponte,
da procura um encontro.
E assim terá valido a pena.”*

Certeza - Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca nos ter deixado nos momentos difíceis e por nos permitir chegar até aqui;

À Dra. Sonia M. N. Lazzari e ao Dr. Flavio A. Lazzari, pela amizade, competência na orientação, acompanhamento e correção durante as etapas deste trabalho, contribuição para o meu aprimoramento científico e principalmente pelos bons momentos passados juntos;

Ao Dr. Airton Rodrigues Pinto Jr. pela co-orientação, apoio, amizade, e colaboração durante a realização do curso;

Aos meus pais e meu irmão pelo amor e apoio em todos os momentos da minha vida;

A Helio M. Kataoka pelo companheirismo, amor, compreensão e incentivo durante a realização deste trabalho;

Ao Dr. Bhadriraju Subramanyam – Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, pela oportunidade do estágio e ajuda com as análises de dados;

Ao Dr. Paul Flinn – USDA – Grain Marketing Production Research Center, Manhattan, Kansas, pelas sugestões para as análises dos experimentos;

Aos amigos do curso de Pós-Graduação em Entomologia, Andréia A. Barbosa e Lisiane T. Sari. Às colegas de sala Crisleide M. Lazzarotto, Fernanda N. Lazzari, Lidiana Lovato e Scheila R. M. Zaleski pelos bons momentos passados juntos, pela amizade e carinho;

À Coordenação e professores do Curso de Pós-Graduação em Entomologia – UFPR, pela oportunidade e dedicação;

Ao Dr. Edilson de Oliveira, EMBRAPA – Floresta, pelo auxílio com as análises estatísticas, sugestões e apoio;

Ao Prof. Germano Henrique Rosado Neto pelo auxílio na identificação dos coleópteros e à Prof. Maria Cristina de Almeida pela identificação dos microhimenópteros;

Ao colega Alexandre Domahovski pelas fotos tiradas dos insetos e ao Prof. Dr. Luis Amilton pelo equipamento fotográfico;

Aos colegas Ana Maria Pereira e Eduardo Rafael Coutinho dos Santos e aos Professores Mario de Paula Soares e Irapuru Haruo Florido - Tecnologia da Informação - Escola Técnica da UFPR, pelo desenvolvimento do software de rastreabilidade;

À Cooperativa Castrolanda, na pessoa de Alcebíades Alves da Cruz, Neilor Pickler, Paulo César da Silva, pelo apoio financeiro e técnico na realização dos experimentos;

À Cooperativa Agrária, na pessoa de Carlos José Machado, Mauro Krug, Ubiratan Wendler, pela colaboração e apoio na realização dos experimentos;

À Perdigão Agroindustrial S.A. (Videira - SC) pelo incentivo e apoio técnico; ao Marcelo Piassi e Ada Otir pelo auxílio e colaboração no experimento de frangos de corte;

Ao secretário do curso de Entomologia Sr. Jorge L. Silveira dos Santos e às bibliotecárias pelas informações e serviços prestados;

Ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná, pela realização das micrografias eletrônicas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos;

E a todos aqueles que colaboraram de alguma forma para a realização desta pesquisa.

ÍNDICE

RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1

CAPÍTULO I: CONCEITOS, TERMINOLOGIA E APLICAÇÃO DA RASTREABILIDADE NA PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE GRÃOS

1. Introdução.....	5
2. Panorama da segurança de alimentos nas cadeias produtivas no Brasil e no mundo.....	7
3. O conceito de rastreabilidade nas cadeias produtivas.....	10
4. Agronegócio no Brasil.....	13
5. Sistemas de rastreabilidade aplicados ao agronegócio.....	15
6. Identidade preservada e segregação de grãos.....	17
7. Importância e dificuldades da rastreabilidade.....	19
8. O papel da entomologia no processo de rastreabilidade.....	21
9. Conclusão.....	23
10. Referências Bibliográficas.....	24

CAPÍTULO II: DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE RASTREABILIDADE DE GRÃOS

RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	29
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.1. Análise de requisitos.....	33
2.2. Delimitação do escopo.....	34
2.3. Levantamento de tecnologias.....	36
2.3.1. Linguagem de Programação.....	36
2.3.2. Armazenamento dos Dados.....	37
2.3.3. Tecnologias Auxiliares.....	38
2.4. Modelagem da Aplicação.....	40
2.5. Ferramentas Utilizadas.....	40

2.6. Ambiente de Produção.....	40
2.7. Link de Insetos.....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
3.1. Casos de Uso.....	41
3.2. Descrição do Produto Software	
3.2.1. Visão do Administrador do Sistema.....	43
3.2.2. Visão do Usuário do Sistema.....	48
3.3. Link de Insetos.....	53
4. CONCLUSÃO.....	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS	
1. CD Software Rastreabilidade de Grãos.....	57
2. Guia de Instalação e Utilização do Software Rastreabilidade de Grãos.....	58
3. Link Identificação de Insetos de Grãos Armazenados do Software Rastreabilidade de Grãos.....	75

CAPÍTULO III: ESTUDO DE CASO 1: RASTREABILIDADE DE MILHO ALTO ÓLEO PARA A ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE, ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO

RESUMO.....	94
ABSTRACT.....	96
1. INTRODUÇÃO.....	97
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	102
2.1. Recebimento do milho alto óleo na cooperativa.....	104
2.2. Armazenamento do milho alto óleo e estratégias para o controle de pragas.....	104
2.3. Monitoramento dos insetos e da umidade.....	107
2.4. Avaliação do rendimento animal.....	110
2.5. Análise dos dados.....	113
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	113
3.1. Recebimento e classificação do milho alto óleo.....	113
3.2. Análise de amostras de grãos.....	115
3.3. Monitoramento de insetos com armadilhas	
3.3.1. Armadilha Calador.....	119
3.3.2. Armadilha Gaiola.....	124

3.4. Avaliação do desempenho de frangos de corte tratados com ração fabricada com milho alto óleo.....	128
3.4.1. Massa Média Corporal.....	128
3.4.2. Ganho de Massa Diário.....	129
3.4.3. Conversão Alimentar.....	130
3.4.4. Consumo de Ração.....	130
3.4.5. Taxa de Sobrevivência.....	131
4. CONCLUSÃO.....	133
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
ANEXOS	
1. Dados de Temperatura e Umidade Ambiente.....	139
2. Dados de Temperatura e Umidade do Grão.....	139
CAPÍTULO IV: ESTUDO DE CASO 2: RASTREABILIDADE DE MILHO COMUM E MILHO WAXY DO RECEBIMENTO À EXPEDIÇÃO, ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO	
RESUMO.....	144
ABSTRACT.....	146
1. INTRODUÇÃO.....	148
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	153
2.1. Recebimento e secagem do milho comum e milho <i>waxy</i> na cooperativa.....	154
2.2. Armazenamento do milho comum e do milho <i>waxy</i> e estratégias para o manejo de pragas.....	154
2.3. Monitoramento de insetos com armadilhas.....	156
2.4. Análises dos dados.....	160
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
3.1. Recebimento e classificação do milho comum e milho <i>waxy</i>	160
3.2. Amostragem de grãos.....	162
3.3. Monitoramento dos insetos com armadilhas.....	165
3.3.1. Armadilha Calador.....	166
3.3.2. Armadilha Delta Adesiva.....	174
3.3.3. Armadilha Gaiola.....	181
3.4. Tratamentos para o controle de insetos.....	187
3.5. Expedição do milho armazenado.....	189

4. CONCLUSÃO.....	191
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	191
ANEXOS	
1. Tabela de temperatura e umidade do ambiente.....	196
2. Tabela de temperatura e umidade de grãos.....	196
3. Tabela de aeração (horas).....	197
CAPÍTULO V: ESTUDO DE CASO 3: RASTREABILIDADE DO TRIGO DO RECEBIMENTO AO PROCESSAMENTO, ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO	
RESUMO.....	199
ABSTRACT.....	201
1. INTRODUÇÃO.....	203
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	208
2.1. Recebimento, secagem e armazenamento do trigo.....	210
2.3. Armazenamento do trigo e estratégias para o manejo de pragas.....	211
2.4. Monitoramento de insetos.....	212
2.5. Análises reológicas da farinha.....	215
2.6. Análise de custos.....	216
2.7. Análise dos dados.....	216
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
3.1. Recebimento, secagem e armazenamento do trigo.....	216
3.2. Análise das amostras de grãos.....	218
3.3. Monitoramento de insetos com armadilhas.....	220
3.3.1. Armadilhas caladores.....	225
3.3.2. Armadilhas delta adesivas.....	234
3.3.3. Armadilhas luminosas.....	236
3.3.4. Armadilhas gaiolas.....	238
3.4. Análises reológicas das farinhas.....	243
3.5. Análise de custo.....	247
4. CONCLUSÃO.....	249
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	250
ANEXOS	
1. Tabela de temperatura e umidade do ambiente.....	255

2. Tabela de temperatura (°C) da massa de grãos.....	256
3. Tabela de aeração (horas).....	257
Considerações Finais.....	259

RESUMO GERAL

O conceito de rastreabilidade tem adquirido importância significativa no mercado internacional de grãos devido, principalmente, às exigências do consumidor por qualidade e segurança alimentar. O objetivo desta pesquisa foi avaliar sistemas de rastreabilidade para milho e trigo, enfocando, particularmente, no manejo de pragas na etapa de armazenamento, visando, com isso, à manutenção da qualidade do grão para o processamento e consumo. Antes das avaliações, foram apresentadas a conceituação e a terminologia utilizadas nos sistemas de rastreabilidade do agronegócio e desenvolvido um software para o registro das informações. Foram feitos estudos de casos envolvendo milho comum e especiais e o trigo para panificação em larga escala, em cooperativas. No primeiro estudo de caso foi analisado um sistema completo de rastreabilidade do milho alto óleo para ração de frangos de corte. Foram acompanhadas as fases da produção (brevemente, apenas para preservar a identidade do grão) até o consumo. Durante o armazenamento, foram realizadas amostragens de grãos e o monitoramento de insetos no milho armazenado em big bags de 1 t com armadilhas caladores na massa de grãos e armadilhas gaiola, fora dos big bags. O milho foi tratado com terra de diatomácea (TD), inseticida e um lote serviu como testemunha, sem tratamento. A testemunha teve o maior nível de infestação de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) nas amostras de grãos e da espécie *Liposcelis* sp. (Psocoptera: Liposcelidae) nas armadilhas caladores. Nas gaiolas, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) foi a espécie mais abundante (36%), particularmente nas armadilhas próximas a uma pilha de milho derramado, conforme indicou o mapa de distribuição espacial. Ao final do período de armazenamento, o milho foi processado em ração para frangos, os quais foram acompanhados até o abate. Não houve diferença significativa entre os frangos alimentados com ração dos diferentes lotes para a massa média corporal, média de ganho de massa, média da conversão alimentar e taxa de sobrevivência das aves. No segundo estudo de caso, foram avaliados, a partir do recebimento na cooperativa, dois lotes de milho em silos de 1000 t, um de milho comum e outro de milho *waxy*. O monitoramento foi feito com armadilhas caladores, gaiola e delta com feromônio. O milho comum foi tratado com bifentrin + pirimifós-metil combinado com resfriamento artificial; o milho *waxy* foi tratado apenas com o resfriamento artificial. O resfriamento artificial manteve a temperatura dos grãos dos dois silos abaixo de 17°C por aproximadamente quatro meses, mantendo as infestações relativamente baixas. O silo com milho *waxy* só apresentou infestação de insetos a partir de 166 dias de armazenamento, destacando-se também a

presença de *Liposcelis* sp. As armadilhas caladores também detectaram a presença do psocóptero predominando sobre as demais espécies, principalmente, na armadilha localizada no centro dos silos, onde se concentram grãos quebrados e impurezas, que favorecem a proliferação das pragas externas, como os psocópteros. Nas armadilhas delta com feromônio, a espécie mais capturada foi *Cadra cautella* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae), representando 70% das espécies no milho comum e 41% no silo com milho *waxy*. Nas gaiolas, *S. zeamais* foi a espécie mais coletada (24%) nas armadilhas próximas ao silo com milho comum e *waxy* (30%). Ao final do período de armazenamento, o milho comum foi processado em ração e o milho *waxy* foi destinado para a produção de amido, interrompendo o registro dos lotes neste ponto. No terceiro estudo de caso, foram avaliados, por 14 meses, três lotes de trigo de 1100 t: no primeiro, o trigo misto foi tratado com deltametrina + pirimifós-metil; no segundo, o CD105 foi tratado com TD (envelopamento) + resfriamento artificial; e no terceiro silo o trigo misto foi tratado com TD aplicada em toda a massa de grãos + resfriamento artificial. Para o monitoramento dos insetos foram feitas amostragens dos grãos por peneiramento e usados quatro tipos de armadilhas. A espécie que mais ocorreu nas amostras de grãos nos três silos foi *Liposcelis* sp. que é um inseto que não danifica o grão, mas é um contaminante nas farinhas. Nos caladores, o psocóptero também predominou sobre as demais espécies, principalmente, na armadilha localizada no centro dos silos. Nas armadilhas delta com feromônio, *C. cautella* foi capturada em números baixos; os psocópteros, novamente, ocorreram em grande número. *Carpophilus* sp. (Coleoptera: Nitidulidae), que não se alimenta de grãos, foi o mais capturado nas armadilhas luminosas. Nas gaiolas, *S. zeamais* foi a espécie mais coletada. Ao final do período de armazenamento, o trigo dos silos foi transportado até o moinho, onde foi moído e feitas as análises da farinha. A farinha do lote tratado com inseticida apresentou o maior número de fragmentos de insetos (53/ 50 g de farinha). A análise de custo dos tratamentos aplicados nos silos mostrou que os tratamentos com ação mais prolongada, como os com TD e resfriamento apresentam melhor custo-benefício. Com base no cadastro dos dados no software dos três estudos de caso é possível fazer o rastreamento dos processos rapidamente para resgatar eventuais informações solicitadas pela indústria para a solução de problemas de qualidade dos produtos.

ABSTRACT

The concept of traceability is becoming very important for the international grain marketing mainly because of the demand of the consumer for quality and food safety. The objective of this research was to evaluate traceability systems for corn and wheat, focusing on the insect management during storage in order to keep the grain quality for processing and consumption. Prior to the evaluation of the systems, it has been presented the concept and terminology used for the traceability in the agribusiness, also it was developed a software for recording the information. Case studies involving common and special corn grains and bread wheat were evaluated in large scale in cooperatives. As the first case study it was analyzed a complete traceability system for high oil corn for poultry feed. It was tracked from the production (enough to preserve the grain identity) to the consumption. During storage, grain samples were analyzed and it was followed an insect monitoring program with probe traps in the 1 t big bags where the grain was stored, and with baited cage traps outside the bags. Three lots were treated, either with diatomaceous earth (DE) or insecticides and a control without insect treatment. The largest infestation in the grain samples was in the control bags, mainly of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) and of *Liposcelis* sp. (Psocoptera: Liposcelidae) in the probe traps. In the cage traps, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) was the most abundant species (36%), mainly in the traps nearby a grain spillage spot, as shown by the spatial distribution map. By the end of the storage period, the grain was processed into feed and fed to the poultry, which were evaluated until they were slaughtered. There were no significant differences between treatments for average body weight, weight gain, food conversion, and survival of the birds. In the second case study, the lots of common and waxy corn were evaluated after they were received in the cooperative, representing two lots stored in 1000 t bins. The monitoring used probe, baited cage, and pheromone delta traps. The common corn was treated with a combination of the insecticides bifentrin + pyrimifos-methyl plus artificial chilling, whereas the waxy corn was treated only with artificial chilling. The artificial chilling kept the temperature of the grain below 17°C for about four months in both silos, keeping the insect population low for this period. In the waxy corn, the populations were detected only at 166 days after chilling, mainly of *Liposcelis* sp., which was also the most abundant insect detected with the probe traps. The traps in the center captured significantly more insects because it is in the core where broken kernels and dust accumulate and favor the infestation by external feeders, such as the psocids. In the pheromone traps, *Cadra cautella* (Walker, 1863)

(Lepidoptera: Pyralidae), represented 70% of the species trapped in the common corn bin and 41% in the waxy one. In the cages, *S. zeamais* was the most abundant species in the traps placed by the common corn (24%) and by the silos with the waxy corn (30%). After a period in storage, the common corn was sent for feed mills and the waxy for starch production in a food industry. At this point the traceability was interrupted. In the third case study, three lots of wheat were evaluated for 14 months after they were received and stored in 1100 t bins: the first was a mixed wheat lot treated with a combination of the insecticides deltamethrin + pyrimifos-methyl; the second was the wheat variety CD105 treated with DE (bottom and upper layers) + artificial chilling; and the third one was a mixed wheat lot treated thoroughly with DE + artificial chilling. The insect monitoring was done through grain sampling and different types of traps. In the grain samples from the three silos, *Liposcelis* sp. was again the most common species recorded. This species does not damage the grain, but it is a contaminant in the flour. In the probe traps, the number of psocids also surpassed the other species, mainly in the grain core. The pheromone traps captured very few specimens of *C. cautella*, but a lot of psocids were stuck on the trap. *Carpophilus* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) is not a grain feeder, but was captured in large numbers in the light trap. In the cage traps, *S. zeamais* was the most numerous insect. After storage, the wheat lots were milled and the flour was analyzed. The flour from the grain treated only with insecticides had the largest number of insect fragments (53/50 g of flour). The cost analysis resulted that the physical treatments with DE + chilling, which have a longer residual effect, presented a better cost-benefit than the insecticides. By recording all the data from the three systems studied on the software, it is possible to track all the processes rapidly and recover information requested by the industry in order to solve quality problems.

INTRODUÇÃO GERAL

A rastreabilidade é um sistema que permite acompanhar um produto desde sua origem até o seu processamento final ou consumo, ou mesmo uma parte do processo. No caso da rastreabilidade de grãos, compreende um conjunto de medidas para monitorar todas as movimentações nas unidades de armazenamento, desde o recebimento do grão até sua saída para a indústria. Um sistema de rastreabilidade deve ser capaz de registrar e identificar um problema de segurança num ponto específico da cadeia de produção, armazenagem ou industrialização, permitindo a retirada dos produtos irregulares do mercado, corrigindo os processos e diminuindo os impactos econômicos negativos aos participantes da cadeia de produção.

Neste trabalho, a rastreabilidade é vista como sendo um processo de práticas sistemáticas de segregação física e troca de informações entre diferentes agentes da cadeia produtivas, responsáveis pela execução e cumprimento de uma meta – preservar os atributos e a identidade de produtos transacionados segundo suas especificações. Neste contexto, um sistema de rastreabilidade poderia apontar um problema de segurança em determinado ponto da cadeia de produção, por exemplo, como a aplicação de inseticida em dosagem acima da recomendada em um lote de grão de milho armazenado, deixando resíduos na ração e afetando o desempenho de frangos.

A partir da crise da “doença da vaca louca”, ocorrida na Europa em 1996, envolvendo segurança alimentar, os sistemas de rastreabilidade passaram a ter importância considerável no mercado internacional. Consumidores se conscientizaram e começaram a exigir alimentos de qualidade, de origem conhecida e que não oferecessem riscos à saúde.

A hipótese deste estudo é de que é possível estabelecer e seguir um protocolo para preservar a identidade e proceder a rastreabilidade de lotes de grãos para monitorar sua qualidade ao longo das diversas etapas da cadeia produtiva.

Como objetivo geral foram avaliados diferentes sistemas de rastreabilidade para milho e trigo enfocando, em cada etapa da cadeia produtiva, a infestação por insetos e os métodos de monitoramento e manejo de insetos-praga, visando à manutenção da qualidade do grão e do produto final para o processamento e consumo.

Os objetivos específicos foram:

- 1) Conceituar e apresentar a terminologia pertinente aos processos de identidade preservada e rastreabilidade no agronegócio, especificamente na produção e armazenamento de grãos para a alimentação humana, animal e para a indústria;

- 2) Desenvolver e aplicar um software como ferramenta para a documentação e registro dos dados e procedimentos adotados ao longo da cadeia produtiva de milho e trigo para viabilizar a preservação da identidade e rastreabilidade dos lotes de grãos;
- 3) Elaborar um link no software Rastreabilidade de Grãos com a diagnose e imagens das principais espécies de insetos e seus danos para auxiliar na identificação das pragas que ocorrem durante a etapa do armazenamento de grãos;
- 4) Avaliar o efeito de tratamentos para o controle de insetos durante o armazenamento de milho destinado para ração no desempenho de frangos de corte, registrando todas as informações necessárias para a rastreabilidade;
- 5) Avaliar as etapas e processos da cadeia produtiva de milhos especial e comum, enfocando o monitoramento e controle de insetos durante o armazenamento e testando a viabilidade de se acompanhar e registrar os dados para fins de rastreabilidade;
- 6) Avaliar as etapas e os processos na fase de armazenamento e moagem do trigo, enfocando o monitoramento e controle de insetos para fins de rastreabilidade.

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos que visam testar a hipótese da viabilidade da rastreabilidade e atender aos objetivos propostos. A pesquisa foi realizada em condições de armazém, o que apresenta a grande vantagem de refletir a realidade dos sistemas. Por outro lado, a dificuldade de se controlar as condições experimentais nos sistemas estudados limitam as análises estatísticas dos dados. Os casos estudados representam, assim, modelos descritivos de sistemas de rastreabilidade de grãos em larga escala e não visam avaliar, na essência, os experimentos propriamente ditos.

No Capítulo I, são apresentados os conceitos e a terminologia pertinentes para fundamentar o estudo e apresentar a identidade preservada e rastreabilidade como sistemas para monitorar os processos adotados nas diversas etapas da cadeia produtiva de grãos.

No Capítulo II, é apresentado o processo de desenvolvimento e aplicação de um software de rastreabilidade de grãos desenvolvido como uma ferramenta para o registro de dados, apresentando um link dirigido para o monitoramento e identificação de insetos durante o armazenamento. Um CD com o programa acompanha a tese.

Nos Capítulos III, IV e V são avaliados, como estudos de casos, sistemas de rastreabilidade de milho e trigo, enfocando nos processos de monitoramento e controle de insetos durante o armazenamento, uma vez que esses organismos representam fatores importantes que afetam a produção e qualidade dos grãos.

Nas Considerações Finais, os sistemas estudados são sumarizados, salientando os pontos de estrangulamento e a viabilidade da rastreabilidade de grãos.

CAPÍTULO I

CONCEITOS, TERMINOLOGIA E APLICAÇÃO DA RASTREABILIDADE NA PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO DE GRÃOS

1. Introdução

A rastreabilidade é um sistema que permite identificar a origem do produto - desde o campo até o consumidor - podendo ter sido, ou não, transformado ou processado, compreendendo um conjunto de medidas que possibilitam controlar e monitorar todas as movimentações nas unidades, de entrada e de saída, objetivando a produção com qualidade e origem garantida (Pallet *et al.* 2003). Um sistema de rastreabilidade deve ser capaz de identificar um problema de segurança num ponto específico da cadeia de produção, armazenagem ou industrialização, permitindo a retirada dos produtos irregulares do mercado, corrigindo os processos e diminuindo os impactos econômicos negativos aos participantes da cadeia produtiva.

Com o intuito de suprir as necessidades dos consumidores, cada vez mais exigentes por qualidade e variedade de produtos, os diferentes setores da economia (alimentos, produtos e serviços) buscam centrar esforços que possibilitem explorar demandas aparentes e latentes do mercado consumidor.

A segmentação de mercado é uma tendência na maioria das cadeias produtivas, e o setor agroindustrial não foge a esta tendência. É notória a expansão da variedade de produtos agroalimentares ofertados pela indústria de alimentos nos últimos anos, visando explorar os mais distintos nichos de consumo.

Como observado por Barkema & Drabentstott (1995), na última década, mudanças sócio-econômicas e culturais impactaram o padrão de consumo de alimentos em âmbito mundial. Atentas a estas mudanças, as indústrias de alimentos buscaram acompanhar este novo padrão diversificado de consumo.

Há algumas décadas atrás, os esforços para diferenciação de produtos eram centrados no segmento de processamento; na atualidade os esforços são direcionados a ações sistêmicas entre os mais diferentes elos da cadeia produtiva para garantir especificações de produção, de processo e de produto final.

Alguns questionamentos a respeito da segurança dos alimentos, dentre os quais, os problemas decorridos da doença da “vacca louca” (*Bovine Spongiform Encephalopathy – BSE*), a gripe aviária (*Avian Influenza* vírus H5N1) e o boicote aos organismos geneticamente modificados (OGMs), têm suscitado amplo debate no meio acadêmico, político e social, fomentado o surgimento de segmentos de mercado, onde a informação – seja sobre origem do produto e/ou processo de produção – é elemento chave para a diferenciação de bens e agregação de valor.

Assegurar e transmitir informações sobre o processo produtivo exige ações coordenadas de toda a cadeia de suprimentos das empresas agroindustriais. Isso implica em mudanças no processo produtivo de grãos e vegetais e demanda estruturas de gerenciamento distintas ao do sistema agroindustrial genérico (com baixo nível de controle).

Em sistemas de preservação da identidade, no intuito de atender a demanda dos nichos de mercado, as relações existentes entre os agentes da cadeia produtiva passam a assumir nova configuração. Isso pode exigir mudanças na infra-estrutura da cadeia de suprimento das empresas, distintos aos praticados anteriormente. Segundo Sousa (2001), os elementos que correspondem aos principais pontos críticos de controle para grãos não-OGMs são: a) semente; b) áreas de plantio; c) estrutura de recebimento, secagem e de armazenagem segregada; d) indústria processadora e; e) estrutura portuária segregada.

A grande maioria dos sistemas de armazenamento, públicos e privados brasileiros, não estão preparados para a segregação de grãos. Na implantação de um sistema de preservação de identidade, um dos fatores-chave é a capacidade de segregação de grãos no momento de seu recebimento (Lazzari & Lazzari 2002). Portanto, as estruturas de armazenamento precisam assegurar, por meio de procedimentos, protocolos de limpeza, planejamento de secadores, de silos e de armazéns, condições visando à preservação de identidade dos grãos armazenados.

Conforme Sousa (2001), o modelo atual de produção de *commodities* é caracterizado por grandes volumes físicos, baixas margens de lucro e baixos custos. Enquanto que o modelo da cadeia produtiva de grãos de identidade preservada procura desenvolver produtos de maior custo, maior valor agregado, menores volumes e maiores especificidades, seja de produto e/ou processo.

A oferta de produtos diferenciados, obtidos por meio de processos de certificação, preservação de identidade e rastreabilidade, além de representar um novo conceito de produção para o setor agrícola, fomenta o desenvolvimento de diferentes padrões e processos para a conformação de produtos agroindustriais.

Pesquisas brasileiras realizadas pelo Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC 2005) demonstraram haver irregularidades em praticamente todos os grupos de alimentos, desde excesso de agrotóxicos em produtos vegetais, até parasitas, hormônios e drogas veterinárias em produtos animais. Com isso, a segurança alimentar do consumidor, nos dias atuais, tornou-se uma das questões mais críticas e prioritárias para a cadeia produtiva.

2. Panorama da segurança de alimentos nas cadeias produtivas no Brasil e no mundo

Vários fatores tornaram a rastreabilidade essencial nos dias de hoje. As crises alimentares ocorridas na Europa, a partir de 1996 e em outros países envolvendo segurança alimentar: a doença da vaca louca na Europa, frangos e suínos contaminados por dioxina na Bélgica, Coca-Cola contaminada na França, queijos com *Listeria* também na França, hambúrgueres contaminados por *Escherichia coli* nos Estados Unidos e focos de febre aftosa na Argentina, sul do Brasil e Inglaterra (Ferreira & Meirelles 2002). Desde então, para recuperar a confiança dos consumidores, os participantes da cadeia produtiva estão trabalhando para elevar os padrões de segurança alimentar, levando a uma padronização nas demandas. Assim, os sistemas de rastreabilidade passaram a ter importância considerável no mercado internacional.

Para atender aos atuais padrões de exigência de consumo, as empresas estão adotando sistemas para melhor controlar a qualidade, tanto de seus produtos, quanto ao impacto no meio ambiente e na sociedade. A figura 1 ilustra a variação das demandas do consumidor com o passar dos anos (Holroyd 2000). O aumento de viagens internacionais tem favorecido, em várias partes do mundo, o surgimento da chamada “alimentação étnica”. Estes são apenas alguns exemplos de como os hábitos de consumo alimentar vêm se modificando em praticamente todo o mundo.

1970	1980	1990	2000	2002
Preço	Data de validade	Bem estar dos animais e trabalhadores	Tradição	Ética
	Qualidade	Segurança	Etnia	Rastreabilidade
	Variedade de produtos	Reciclagem	Sustentabilidade	

Figura 1. Evolução das prioridades de demandas dos consumidores a partir dos anos 70. Adaptada de Holroyd (2000).

De acordo com Holroyd (2000), o futuro do comércio de alimentos depende principalmente da indústria reagir com respostas eficientes aos seguintes conceitos: honestidade, abertura, informações detalhadas, garantia de qualidade, rastreabilidade e flexibilidade de adoção de novas técnicas. Para o comércio varejista ou às distribuidoras somente é possível construir um bom negócio quando a garantia de qualidade é constante e esta garantia somente é possível com a aplicação da rastreabilidade.

Em vários países, nos últimos anos, têm surgido normas, regulamentos e instituições para a segurança alimentar e preservação da saúde do consumidor.

O EUREPGAP (*Euro-Retailer Produce Working Group – EUREP e Good Agriculture Practices – GAP*) é uma instituição criada em 1997 por varejistas europeus, que conta atualmente com a parceria de produtores agrícolas da Europa, cuja filosofia é assegurar uma agricultura que se desenvolva de um modo responsável, respeitando a segurança dos alimentos e visando a preservação da saúde do consumidor, a preservação do meio ambiente e o bem estar dos trabalhadores e animais. Inicialmente os protocolos eram para os produtores de frutas e flores e, em 2004, foram lançados os protocolos para os produtores de grãos, de carnes bovinas e de ovinos, de aves, de laticínios, de café e de aqüicultura.

No segmento industrial brasileiro, foi lançada a norma NBR 14900 no ano de 2002, que aborda o sistema de gestão da análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC – sigla em português) ou *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP – em inglês) é um processo científico que enfatiza e previne os riscos de contaminação alimentar através de medidas de controle e corretivas na indústria de alimentos. Esse sistema é parte integrante da norma “Código Internacional de Práticas Recomendadas para Princípios Gerais de Higiene Alimentar”, do *Codex Alimentarius*, como forma de garantir a inocuidade alimentar (Ferman 2003).

O *Codex Alimentarius* é um ponto de referência mundial de grande relevância para consumidores, produtores, fabricantes de alimentos, organismos nacionais de controle de alimentos e o comércio internacional de alimentos. A Comissão do *Codex Alimentarius* foi criada em 1962 por decisão da FAO e da OMS. No Brasil, as atividades do Comitê *Codex Alimentarius* são coordenadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Este comitê possui, como membros, órgãos do governo, indústrias, entidades de classe e órgãos de defesa do consumidor (Nääs *et al.* 2004).

A série ISO 22000, que trata do sistema de gestão da segurança de alimentos – requisitos para qualquer organização da cadeia produtiva de alimentos foi lançada, mundialmente, em 1º de setembro de 2005. Dentro da série ISO 22000, a norma ISO 22005 trata especificamente da rastreabilidade na cadeia de alimentação animal e humana.

Outros fatos importantes a serem destacados são os regulamentos europeus que tratam de segurança alimentar. O Regulamento (CE) nº 178, de 28 de janeiro de 2002, determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar em matéria de segurança dos gêneros alimentícios. O Regulamento nº 178/2002 entrou em vigor em 1º de janeiro de 2005. Este regulamento, somado à ISO 22000, proporcionarão grandes transformações no mercado internacional de alimentos, pois torna obrigatória a adoção dos princípios das Boas Práticas, sejam elas agropecuárias ou de fabricação, e do sistema, para as empresas alimentícias que queiram comercializar seus produtos de forma a preservar a saúde dos consumidores.

O setor agroindustrial brasileiro também está atento à questão de que a segurança alimentar é um assunto que doravante vai ser uma condicionante obrigatória para competir no mercado e que cada vez mais será preciso dar transparência aos procedimentos de produção e industrialização para que os consumidores possam se certificar da qualidade dos alimentos que consomem (Altmann 2001).

Questões relacionadas à saúde humana e as conseqüências ambientais provenientes de atividades, produtos e serviços de quem disponibiliza alimentos, quer sejam processados, quer sejam *in natura*, têm resultado na evolução dos conceitos e em maior conscientização do consumidor, induzindo a incorporação de estratégias que buscam o acompanhamento da produção em todo seu processo. De acordo com Costa & Euclídes Filho (2002), esse novo comportamento resultou na incorporação de metodologias de Avaliação do Ciclo de Vida do Produto. Tais mudanças vêm sendo acompanhadas do maior acesso da população a programas de educação ambiental que resultaram em alterações importantes na forma de se pensar o desenvolvimento econômico e a convivência com o ambiente. Com isto, surgiram novos fatores interferindo no critério de escolha e na diferenciação de produtos baseados no conhecimento da forma como o produto foi elaborado, com preferência crescente para aqueles produtos oriundos de cadeias produtivas ambientalmente corretas e socialmente justas. O trinômio saúde/ ambiente/ preço passa a ser sempre balanceado no momento da escolha, com tendência clara de favorecimento dos alimentos de boa aparência, de preferência sem conservantes, produzidos sem o uso de produtos fitossanitários e sem risco para o ambiente.

3. O conceito de rastreabilidade nas cadeias produtivas

A rastreabilidade é definida pela Organização Internacional para a Normatização (ISO 8402 - Conceitos e terminologia da qualidade 1994) como “a habilidade de descrever a história, aplicação, processos ou eventos e localização de um produto, a uma determinada organização, por meios de registros e identificação”. No caso de um produto, este conceito está relacionado à origem do material, história do processamento, localização e distribuição. A base da rastreabilidade encontra-se no desenvolvimento de sistemas que forneçam informação sobre todo o ciclo de vida dos produtos alimentares, “da fazenda – ou – mar – para o garfo” (FAO 2003).

O conceito de rastreabilidade difere do conceito de certificação. A rastreabilidade é um processo que documenta historicamente todos os estágios de produção e distribuição pelos quais os alimentos passarão. Já a certificação assegura que certas especificações, por exemplo, a colheita, processamento ou manuseio, foram realizadas em conformidade com padrões ambientais, sociais, de segurança alimentar e de qualidade. Portanto, é importante atentar que os dois conceitos não são sinônimos (FAO 2003).

A rastreabilidade significa que cada segmento da cadeia alimentar pode seguir o rastro de um alimento e conhecer toda a sua história, antes e depois deste segmento: saber a sua procedência e trajetória. A rastreabilidade significa, portanto, maior informação e responsabilidade, e exige a aplicação de um sistema eficaz de identificação do produto, desde a sua produção até a sua comercialização (Costa & Euclides Filho 2002).

Segundo Schaeffer & Caugant (1998), o conceito de rastreabilidade envolve a recomposição da história do produto alimentício, estabelecendo:

- A origem exata de uma produção dos animais ou do vegetal, com os vários fatores que incorporam seu desenvolvimento;
- O histórico dos processos aplicado ao produto;
- A distribuição e a localização do produto final.

E, de acordo com Joram & Gryna (1992), teria diversas finalidades, tais como:

- Assegurar que apenas materiais e componentes de qualidade entrem no produto final;
- Identificar clara e explicitamente produtos que são diferentes, mas que se parecem a ponto de serem confundidos entre si;
- Permitir o retorno de produto suspeito numa base precisa;
- Localizar falhas e tomar medidas corretivas a preço mínimo.

De acordo com Mariuzzo & Lobo (2003) referências norte-americanas consideram que a rastreabilidade de um atributo particular de um alimento se estabelece quando as características deste atributo são sistematicamente registradas desde a origem do alimento até o seu consumo final. Registrar e transmitir informações sobre produtos alimentares em pontos específicos ao longo da cadeia de distribuição pode ter um número variado de propósitos práticos, incluindo o controle da qualidade do produto ou até mesmo a gestão da cadeia de suprimentos. Os autores salientam que com isso, o mercado norte-americano tenta numerar as motivações do setor privado para a implementação da rastreabilidade, sendo que para eles, os fornecedores de alimentos que atuam no setor privado possuem no mínimo três principais motivos para estabelecer sistemas de rastreabilidade:

- Diferenciar e comercializar produtos alimentares com atributos de qualidade subentendidos ou não detectáveis;
- Facilitar o retorno de informações na cadeia produtiva em relação à segurança alimentar e à qualidade;
- Melhorar o gerenciamento da cadeia de fornecedores e clientes.

Os produtos rastreados possuem um diferencial no mercado, dessa forma tornam-se mais competitivos e menos sujeitos a instabilidades do mundo globalizado. Torna-se mais fácil a detecção de problemas ocorridos durante o processo de produção, bem como a adoção de medidas preventivas e de ação imediata no foco localizado (Pallet *et al.* 2003).

Machado (2000) define a importância da rastreabilidade para os segmentos de distribuição e varejo e da indústria de alimentos:

- É diferencial de competitividade;
- Fortalece a imagem institucional da empresa;
- Auxilia no posicionamento da marca no mercado;
- Estimula a concorrência através da diferenciação da qualidade;
- Estreita a relação com os fornecedores.

E, por fim, para o Estado, a autora conclui que a rastreabilidade:

- Minimiza riscos de contaminação e facilita a localização do foco de problemas do gênero e
- Tranqüiliza a população e dá credibilidade ao próprio Estado.

Para Costa & Euclides Filho (2002), a rastreabilidade traz consigo a garantia de transparência ao consumidor do conteúdo/origem do produto que lhe é ofertado para a compra, mediante uma rotulagem precisa, especialmente onde o produto final tem

características que não podem ser prontamente testadas. A rastreabilidade é essencial para controlar e garantir a qualidade em estágios particulares da cadeia alimentar, ou seja, em etapas específicas do processo produtivo.

De acordo com Nääs (2003), a rastreabilidade é um processo crescente e irreversível, impulsionado pelas economias de escala, decorrentes dos avanços tecnológicos e da demanda do mercado importador que, cada vez mais, exige ética e transparência nos processos de produção e distribuição dos produtos.

Desde a década de 1980, a questão da inocuidade e qualidade dos alimentos vem causando crescente preocupação tanto para o poder público e indústrias como para os consumidores. Os sistemas de rastreabilidade de produtos exigem uma cadeia transparente de ações para manter sua credibilidade e garantir suas funções de transferência de informação, devendo conter um mecanismo confiável e que possa ser verificável, para preservar a identidade dos exemplares ao longo da cadeia alimentar (Mckean 2001).

Segundo Mariuzzo & Lobo (2003), do ponto de vista da saúde pública, as vantagens de implementação de um sistema de rastreabilidade podem ser citadas como:

- O aumento da velocidade e a melhoria da precisão no acompanhamento e no rastreamento de alimentos podem ajudar a limitar o risco numa questão de segurança alimentar;
- A rastreabilidade rápida e efetiva também pode minimizar o dispêndio desnecessário de recursos públicos e privados e reduzir as preocupações do consumidor;
- A determinação da origem de alimentos pode ajudar os serviços de saúde pública e operadores do setor a determinar as causas potenciais de um problema, proporcionando, com isso, dados para identificar e minimizar os riscos à saúde.

Esses mesmos autores consideram que a rastreabilidade torna-se fundamental, especialmente com o impacto provocado por incidentes de segurança de alimentos aos consumidores, às empresas, aos grupos que lidam com a mesma mercadoria, aos governos e ao comércio. Por causa da diversidade das práticas da cadeia produtiva de alimentos na esfera internacional, é fundamental que os produtores, embaladores, importadores, exportadores e transportadores trabalhem com seus parceiros da distribuição e do varejo com o intuito de desenvolver tecnologias e padrões que permitam a identificação dos produtos agrícolas desde a plantação até o varejista (Lazzari 1997).

A rastreabilidade funciona como um complemento no gerenciamento da qualidade e quando aplicado isoladamente não traduz segurança ao produto, nem ao processo. Deve

estar agregado a outros sistemas de controle de qualidade, como o APPCC e códigos de boas práticas.

Este cenário apresenta novos desafios às organizações envolvidas na cadeia produtiva de alimentos, pois estas deverão de forma integrada, fazer uso mais eficiente dos seus insumos, desenvolvendo processos e produtos mais limpos, gerenciando os recursos naturais e humanos de forma mais responsável e garantir a segurança alimentar do produto final, práticas estas que se tornam viáveis a partir da aplicação das Boas Práticas Agrícolas (Mariuzzo & Lobo 2003).

4. Agronegócio no Brasil

A expansão do agronegócio no Brasil e no mundo vem despertando o interesse de diversos segmentos da sociedade (produtores, processadores, exportadores) para o entendimento, a melhoria e o desenvolvimento desse complexo setor. As demandas das trocas comerciais agropecuárias aumentaram quando os consumidores passaram a exigir maior diversidade de produtos com qualidades superiores e a competição entre os países tornou-se acirrada gerando diferentes tipos de barreiras.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o agronegócio brasileiro passou por um grande impulso entre as décadas de 1970 e 1990, com o desenvolvimento da ciência e tecnologia, resultando na oferta de um grande número de produtos. O país passou então a ser considerado como aquele que dominou a “agricultura tropical”, chamando a atenção de parceiros e competidores de todo o mundo.

O agronegócio representa 33% das riquezas do Brasil. O PIB do agronegócio em 2005 foi de R\$ 538 bilhões (28% do total), as exportações corresponderam a US\$ 43,6 bilhões (37%) e gerou 37% dos empregos do país (CEPEA 2006).

O Brasil ocupa a primeira posição no *ranking* dos maiores produtores e exportadores de álcool, açúcar, café e suco de laranja, a segunda posição no *ranking* de produção do complexo soja, carne bovina e derivados de animais (couro) e tabaco. Outros produtos como madeira (papel, celulose e outros), chá, algodão e fibras têxteis vegetais, frutas e derivados, hortaliças, cereais e derivados e a borracha natural também são itens importantes da pauta de exportação brasileira. O superávit da balança comercial do agronegócio foi de US\$ 38,417 milhões, em 2005 quando comparado a US\$ 34,134 milhões em 2004 (MAPA 2006). Os principais mercados de exportação brasileira são a União Européia e os Estados Unidos.

Outro aspecto que passa a ser considerado quando se fala em agronegócio é a visão de cadeia produtiva que pressupõe que as empresas não podem mais atuar sozinhas, devendo considerar a competitividade de seus fornecedores, compradores e de todos os agentes participantes do encadeamento de atividades, como forma de sustentar a sua própria competitividade e manter um posicionamento sustentável. Começa a surgir a cooperação entre os mais diversos integrantes da cadeia, que atuam de forma coordenada e competem com outras cadeias, como se fossem uma única empresa, estabelecendo estratégias e distribuindo as vantagens conquistadas por todos os integrantes do sistema (Mariuzzo & Lobo 2003).

Neste contexto, a informação constitui o elemento mais importante da rastreabilidade e, é a partir dos registros que os controles são implementados, de forma a garantir a qualidade final do produto, sendo a gestão da informação fundamental (Nääs *et al.* 2004). A figura 2 mostra o fluxo de informação dentro da cadeia produtiva.

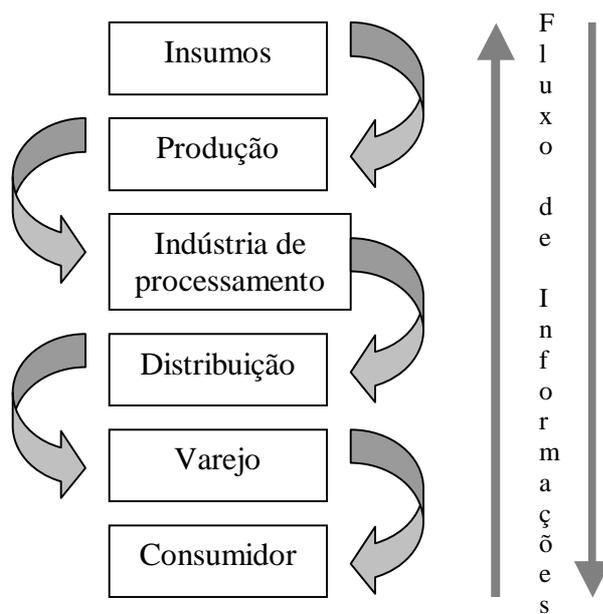


Figura 2. Fluxo da informação dentro da cadeia produtiva. Adaptada de Nääs *et al.* (2004).

Nos últimos anos, o país vivenciou situações de alto desgaste econômico e social por causa da colocação de barreiras sanitárias em seus produtos e de perdas de mercados provocados por problemas sanitários. Nesse segmento, um dos fatores é o problema das questões sanitárias, as quais em muitas das situações observadas, estão relacionadas à introdução – entrada e estabelecimento – e dispersão de pragas de expressão econômica e quarentenária no território nacional. A detecção da febre aftosa no estado de Mato Grosso

do Sul, a introdução e dispersão da ferrugem da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, a mosca-branca (*Bemisia tabaci*), o nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines*), o caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*), a doença da sigatoka negra causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis* nas bananeiras, entre outras pragas que podem ser citadas como protagonistas desse processo.

Assim como o agronegócio necessita de ciência e tecnologia para promover a sua expansão, precisa também promover o desenvolvimento da qualidade de seus produtos e da mão-de-obra qualificada para se tornar cada vez mais competitivo e consolidar-se cada vez mais nos mercados nacional e internacional. A qualidade dos produtos envolve o manejo efetivo de fatores de depreciação que podem ocorrer nos alimentos, como pragas e patógenos, ao longo das cadeias produtivas, ou seja, “antes e depois da porteira indo até à mesa do consumidor”. A mão-de-obra qualificada auxiliará na ampliação do sistema de defesa agropecuária, na educação sanitária, na capacitação e qualificação profissional, na melhoria da capacidade e infra-estrutura das instituições de pesquisa e ensino, na extensão agropecuária pública e privada, entre outros fatores.

Para isso ocorrer, deverá haver um maior investimento, tanto do setor público quanto privado, em todos os aspectos ligados à defesa sanitária e fitossanitária, envolvendo pesquisa e educação sanitária. Organizações internacionais ligadas ao comércio, saúde humana e animal, sanidade vegetal, proteção dos consumidores e ao meio ambiente vêm propondo normas e procedimentos para melhorar a qualidade dos produtos oriundos do agronegócio, bem como para diminuir os riscos e as barreiras sanitárias.

O Brasil possui um grande potencial para o crescimento do agronegócio nos próximos anos, como: disponibilidade de terras, tecnologia para a agricultura tropical, recursos humanos qualificados e políticas públicas. Dentro dessa nova realidade o país precisa se adequar para não perder os mercados internos e externos.

5. Sistemas de rastreabilidade aplicados ao agronegócio

O conceito de rastreabilidade tem adquirido importância significativa nos últimos tempos, principalmente nos mercados internacionais de produtos agrícolas. O Brasil, sendo destaque nesse mercado, tanto como produtor quanto exportador desses produtos, já tem iniciado a implementação de sistemas de rastreabilidade nas cadeias de carne bovina, soja e frutas, para satisfazer, principalmente, os regulamentos da União Européia (Pallet *et al.* 2003).

A cadeia bovina é a pioneira nesse processo e já conta com quase sete milhões de cabeças rastreadas. Os animais são identificados, registrados e monitorados pelo Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina (SISBOV) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O SISBOV (Brasil 2002) é o conjunto de ações, medidas e procedimentos adotados para caracterizar a origem, o estado sanitário, a produção e a produtividade da pecuária nacional e a segurança dos alimentos provenientes dessa exploração econômica.

No setor frutícola, a implementação da rastreabilidade vem sendo feita através das Produções Integradas e do Protocolo EUREPGAP, cujas normas de regulamentação estabelecem o registro e o controle de todas as atividades da produção. O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, atrás apenas da China e da Índia, com uma produção que supera 42 milhões de toneladas. A União Européia é o principal importador de frutas frescas do Brasil, consumindo cerca de 63% do total exportado.

No Programa Brasileiro de Produção Integrada de Frutas, estão sendo desenvolvidas ferramentas para a rastreabilidade capazes de identificar desde o talhão ou quadra em que as frutas foram cultivadas até os *bins* e *pallets* em que são acondicionadas. O projeto inclui ações que buscam organizar a cadeia produtiva de frutas e oferecer ao consumidor final segurança alimentar efetiva, bem como garantias de que o processo foi ambientalmente correto e socialmente justo, com a adoção de ferramentas de tecnologia da informação, com base na aplicação de etiquetas com código de barras (Mariuzzo & Lobo 2003).

Atualmente, já existem 14 espécies de frutíferas e pólos de Produção Integrada institucionalizados (maçã, manga, uva, mamão, caju, melão, pêssego, citrus, banana, goiaba, figo, caqui, maracujá e coco) com seus respectivos selos de conformidade aprovados e em condições de operacionalização (MAPA 2006). Os selos de conformidade são emitidos pelo MAPA e INMETRO, contendo códigos numéricos que são aderidos às embalagens das frutas, possibilitando a qualquer pessoa obter informações sobre a procedência das frutas, procedimentos técnicos adotados e produtos utilizados no processo produtivo.

Em soja, são os programas de preservação de identidade que garantem o rastreamento, atestando a ausência de material transgênico nos lotes. As recentes exigências e restrições dos mercados consumidores internacionais no que diz respeito à identificação e rastreabilidade desse produto (grão e farelos) geneticamente modificada, principalmente as impostas pelos maiores importadores brasileiros, como a União Européia e China, têm gerado preocupações para os setores produtivo e exportador.

Tal fato tem se comportado como uma barreira não tarifária ao nosso mercado e para continuar apresentando o ritmo de crescimento observado na produção nacional de soja não geneticamente modificada, é necessário que todo o setor, desde o produtor de soja até as *trading companies*, tenha seu produto (soja ou farelo) certificado por uma certificadora independente, seguindo critérios internacionalmente aceitos, e que sejam transparentes e factíveis (Ablin & Paz 2002).

Mais recentemente foi apresentado, formalmente no Brasil, o programa de rastreabilidade do leite processado e industrializado, que começou a ser executado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a partir do mês de outubro de 2003 (CBQL 2004). Segundo a mesma fonte, o programa faz parte da RBQL – Rede Brasileira de Qualidade do Leite, lançado pelo governo federal. Em nove unidades públicas espalhadas pelo país, a maioria em universidades, máquinas importadas dos Estados Unidos ao custo de R\$ 1 milhão cada vão analisar o produto e terão capacidade de identificar todo o processo produtivo lácteo, desde o alimento ingerido pela vaca até alguma possível falha no processamento, bem como a identificação do produtor.

6. Identidade preservada e segregação de grãos

A identidade preservada de produtos agrícolas, a segregação e a rastreabilidade permitem o estabelecimento de mercados distintos para novos produtos. As técnicas de rastreabilidade são empregadas com a finalidade de se controlar a qualidade, separar diferentes tipos de grãos e produtos e preservar a identidade (Wilkinson 2002).

A preservação da identidade de um produto envolve o monitoramento e o gerenciamento de todas as fases do processo produtivo, antes da propriedade agrícola, na propriedade agrícola, no transporte, no armazenamento, no processamento, na rotulagem e na distribuição (Figura 3). Através dela é possível que os vários participantes de uma cadeia de produção documentem a rastreabilidade.

Segundo Wilkinson (2002), os sistemas de preservação de identidade caracterizam o manejo e a comercialização dos grãos de modo que a fonte ou a natureza dos materiais seja identificada e registrada. O principal objetivo é monitorar o grão durante toda a cadeia, assegurando a manutenção de determinados traços ou características específicas e desejadas. Também é possível que seja feita uma distinção de diferentes tipos de produtos, de acordo com o seu conteúdo ou forma de produção. Esse sistema é muito importante para se registrar ou não a presença de organismos geneticamente modificados.

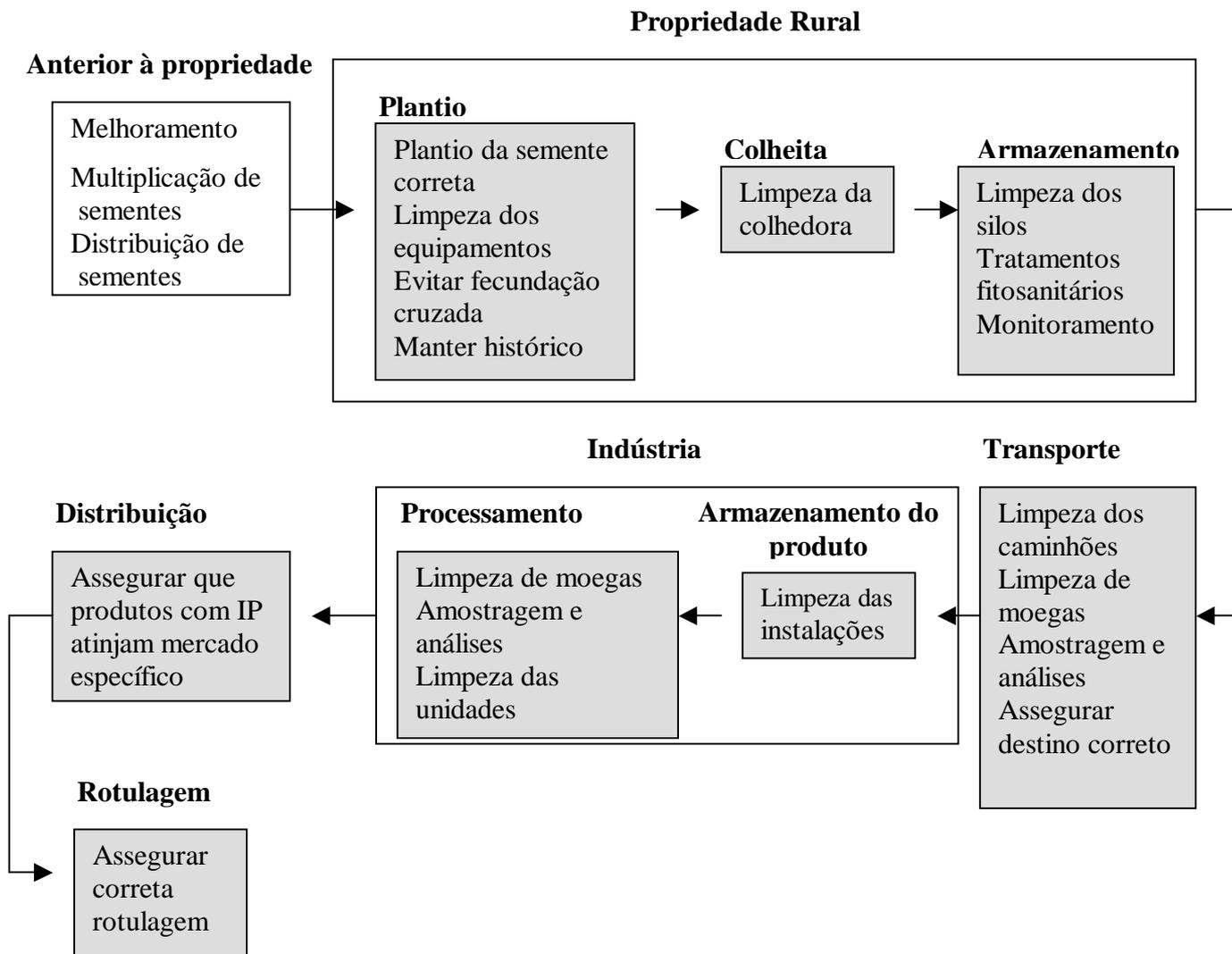


Figura 3. Rastreabilidade na cadeia produtiva de grãos.

A segregação representa o próprio sistema de manejo de grãos que possibilita a separação de um lote do outro. Através deste processo pode-se separar produtos diferenciados, destinados a um determinado nicho de mercado ou mesmo criar novos mercados. De acordo com Smith & Philips (2002), a segregação pode ser vista como uma ferramenta regulamentar na aprovação e liberação comercial de variedades de grãos que poderiam ser causas de riscos para a saúde.

A preservação da identidade dos atributos específicos dos diversos tipos de grãos é condição fundamental para viabilizar essas novas cadeias de valor. Mobilizar instalações, pessoal e procedimentos operacionais para segregar grãos, muitos deles aparentemente semelhantes, é um dos grandes desafios a ser enfrentado. Segregar significa incorporar o conceito de rastreabilidade nas operações com grãos ao longo do seu percurso, da semente

ao grão colhido na fazenda, até chegar a etapa de processamento ou embarque no porto para exportação. O registro das informações sobre a passagem do grão em cada uma dessas etapas possibilita ao cliente final resgatar o caminho de volta à sua origem e, conseqüentemente, validar a integridade do produto (Machado 2000).

Na maioria dos casos, os lotes de grãos perdem sua identidade original no momento que são misturados na etapa de recebimento nos armazéns e cooperativas, e continuam sujeitos a constantes misturas e manuseio ao longo do armazenamento e processamento. Contudo, segundo Golan *et al.* (2004), esta é a etapa mais importante do processo de rastreabilidade de grãos. Se o armazenista controla rigorosamente a qualidade no recebimento do grão e, posteriormente, as condições de armazenamento, elimina-se a necessidade de ter que rastrear os processos antes do armazenamento (campo); por outro lado, garante o fornecimento de matéria-prima dentro dos padrões de qualidade exigidos pela indústria. No caso de problema com algum produto industrializado, a rastreabilidade fica restrita à etapa do processamento na indústria ou na revenda, agilizando a identificação do problema e sua correção. Isto significa que o armazenador é o principal agente de controle da qualidade de grãos.

7. Importância e dificuldades da rastreabilidade

No cenário atual, onde o mercado é extremamente competitivo, o controle dos processos dentro da cadeia de um produto do agronegócio, passa a ser de fundamental interesse, não só do consumidor, mas também dos agentes que atuam nos diferentes elos da cadeia (Silva & Batalha 1999). As novas demandas de mercado, tais como a rastreabilidade, identidade preservada e segurança alimentar, impõem aos agentes da cadeia a necessidade de adotar novas tecnologias para maior controle da produção, processamento e distribuição.

Correlacionada com a perecibilidade, os riscos para a saúde humana e ambiental e as perdas em dinheiro com o próprio negócio, distingue-se a variável tempo como um fator importante para justificar a rastreabilidade de alguns produtos em relação a outros (Machado 2005).

Um sistema de rastreamento eficiente poderá evitar problemas de intoxicação alimentar, por permitir que um problema com alimentos seja rapidamente identificado permitindo a retirada deste lote do consumidor final. Com isso, será possível apreender rapidamente as outras unidades do referido lote, analisar as causas do problema e

minimizar os prejuízos, tanto para o consumidor, quanto para todo o sistema, sem ter que destruir ou recolher todos os produtos.

Por que é importante rastrear alimentos? Para quem a rastreabilidade é importante?

Do ponto de vista do consumidor mais exigente, segundo Machado (2000) as razões são as seguintes:

- É uma salvaguarda contra riscos à saúde humana;
- É uma forma de diminuir incertezas e de satisfazer a necessidade de controle sobre a própria vida;
- É vista como um fator diferencial de qualidade.

Do ponto de vista dos segmentos de distribuição e varejo e do segmento da indústria de alimentos (2º processamento), mais vinculados a esse tipo de consumidor, é importante que:

- É um fator diferencial de competitividade para o seu negócio junto ao público consumidor;
- Fortalece a imagem institucional da empresa;
- Ajuda a posicionar sua marca no mercado;
- Estimula a concorrência através da estratégia de diferenciação pela qualidade com segurança;
- Desenvolve relações entre fornecedores;
- Contribui para a construção de estratégias competitivas da empresa que, com isso, pode comandar a estrutura de coordenação vertical da cadeia.

Para o governo, enquanto provedor de serviços básicos para garantir a saúde da população, segundo Machado (2000), a rastreabilidade é fundamental e passa a ter curso obrigatório para:

- Minimizar riscos de contaminação e meio eficiente para localizar focos de problemas do gênero;
- Dar tranquilidade à população e credibilidade ao próprio setor público de cumprir com o seu papel;
- Sustentar o negócio de alimentos, apoiando o setor privado através de fiscalização e estabelecimento de serviços técnicos e infra-estrutura de informação básica para promover e cobrar legalmente a rastreabilidade junto ao setor privado.

O governo pode ainda apoiar e mesmo estimular a rastreabilidade dentro de programas de qualidade voluntários adotados por grupo de empresas direcionadas a clientes que valorizam ou exigem este processo. A rastreabilidade de alimentos é um instrumento de vantagem competitiva no mercado internacional; a médio prazo e, será um requisito padrão exigido por determinados países importadores de alimentos.

Os desafios para incorporar esse conceito em operações dos sistemas agroindustriais são grandes. As cadeias agroindustriais ainda são marcadas pelo comportamento adversário; as transações com *commodities* são predominantes, onde apenas o preço é relevante. Faltam canais exclusivos para transacionar produtos *in natura* de forma diferenciada. A estrutura mundial de armazenagem de grão, por exemplo, não está preparada para identificar e separar grãos segundo padrões diferenciados. Os custos para viabilizar a rastreabilidade de produtos são enormes; envolvem investimentos em processos logísticos, ativos dedicados e inovações organizacionais entre segmentos distintos.

Reunir a produção de milhares de produtores rurais dentro do conceito de rastreabilidade até a etapa responsável pelo primeiro processamento parece ser uma tarefa penosa demais frente aos seus benefícios. Ainda não existem sinais claros capazes de alinhar os interesses divergentes.

8. O papel da entomologia no processo de rastreabilidade

Os insetos estão presentes nas diversas etapas da cadeia produtiva de grãos e de outros alimentos e produtos, afetando positiva ou negativamente a produção. No caso das pragas agrícolas, tanto no campo quanto no armazém, medidas de controle devem ser adotadas para suprimir ou reduzir as populações de insetos e seus danos e prejuízos.

As medidas de controle vão desde a adoção de práticas agronômicas, variedades resistentes, inseticidas químicos naturais e sintéticos, métodos físicos e biológicos de controle, usados isoladamente ou em conjunto em programas de Manejo Integrado da Qualidade. Algumas dessas práticas controlam as pragas sem fornecer risco para o consumidor ou meio ambiente. Outras, porém, como os inseticidas químicos, se usados em doses acima das recomendadas ou de maneira intensiva, podem deixar resíduos nos alimentos, causar intoxicações agudas nos aplicadores e contaminar o ambiente com seus ingredientes ativos.

Os alimentos *in natura* ou industrializados podem apresentar-se infestados com insetos nos seus diferentes estágios de desenvolvimento, ou com seus fragmentos, fezes,

exúvias e outros resíduos. A presença desses contaminantes pode representar desde a simples rejeição do produto pelo consumidor, até causar problemas alérgicos e perda da credibilidade do fornecedor.

Desta forma, a adoção das medidas de controle de insetos, desde o campo, passando pelo armazenamento e na indústria devem seguir os princípios de eficiência e segurança definidos para cada método ou ingrediente ativo. O registro detalhado dos produtos aplicados, as datas, dosagens e outras informações relevantes devem fazer parte do processo de rastreabilidade de grãos, frutas, hortaliças e outros alimentos. Em casos de intoxicações, a consulta destes registros permite a tomada de medidas emergenciais precisas e rápidas. Também, pela análise do registro das espécies de pragas e de agentes de controle biológico, pode-se avaliar e redirecionar processos e readequar as condições do agroecossistema na fase de produção ou do ecossistema de armazenagem.

Como afirmam Golan *et al.* (2004), o armazenamento é a etapa mais importante do processo de rastreabilidade de grãos. Se for feito um rigoroso controle da qualidade no recebimento do grão e das condições de armazenamento (monitoramento e controle de pragas, entre elas), agiliza-se a identificação dos problemas apontados pela indústria e consumidores.

O uso de armadilhas para monitoramento de insetos em estruturas armazenadoras é uma ferramenta importante para os registros da rastreabilidade, pois as armadilhas fornecem dados que são utilizados para avaliar a distribuição das populações de insetos e o nível de dano nos produtos armazenados.

A Entomologia Forense é a ciência que aplica o estudo dos insetos a procedimentos legais. Segundo Lord & Stevenson (1986), essa ciência é classificada em três categorias distintas: urbana, de produtos estocados e médico legal. A entomologia forense de produtos estocados é uma área de estudos requisitada quando problemas, como alimentos e bebidas contaminados por insetos e seus detritos, são questionados por consumidores. Se os registros dos processos são feitos adequadamente, é possível rastrear com precisão e rapidez a origem de tais contaminações.

O mesmo raciocínio é válido para outros organismos, como fungos e bactérias, presentes no ecossistema de armazenagem. Esses organismos devem ser monitorados e controlados e as medidas de controle adotadas devem ser baseadas em informações técnico-científicas e devidamente documentadas para permitir a rastreabilidade como um processo de monitoramento da qualidade e segurança alimentar.

9. Conclusão

A rastreabilidade é um processo crescente e irreversível, impulsionado pelas economias de escala, decorrentes dos avanços tecnológicos e da demanda do mercado importador que, cada vez mais, exigem ética e transparência nos processos de produção e distribuição dos produtos.

Os sistemas de rastreabilidade no Brasil ainda estão em processo de implementação, estando mais avançado para a carne bovina. Mesmo que a sua adoção tenha sido alavancada pela obrigatoriedade e exigência européias, isso já representa um grande passo para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro.

A rastreabilidade exige uma estreita relação entre todos os elos da cadeia, o que não tem ocorrido nos sistemas agroindustriais. Ao contrário disso, existe um fator de desconfiança entre seus participantes, dificultando a transmissão das informações. Por essa e outras razões a eficiência do processo não tem atingido o seu grau máximo.

O rastreamento da produção no campo é ainda muito precário e vem sendo realizado em apenas algumas etapas. Da mesma forma, as etapas de transporte não garantem totalmente o registro das informações obtidas no campo, as quais podem ser facilmente perdidas. Além disso, há carência de técnicos treinados na captação de registros, o que não oferece plena confiabilidade no sistema.

Os participantes das cadeias devem inicialmente compreender que em um ambiente competitivo, a necessidade de se criar novos nichos de mercado, como os produtos seguros, garantem a sua sobrevivência.

O governo tem papel fundamental nesse contexto devendo fornecer incentivos e subsídios, treinamentos específicos e orientações adequadas sobre o assunto, principalmente sobre o enfoque da questão de segurança alimentar.

O Brasil precisa adotar a rastreabilidade dos alimentos de maneira geral, não apenas para atender o mercado externo, mas também para garantir a saúde pública de sua população.

Fica evidente, portanto, que o esforço conjunto dos setores produtivos e do governo para implementar e viabilizar o processo de rastreabilidade é um passo fundamental para garantir ao Brasil uma posição de destaque no cenário internacional do agronegócio.

A Entomologia tem um papel importante no processo, tanto no que se refere à identificação e monitoramento das espécies de insetos presentes nas diversas fases da cadeia produtiva, quanto na adoção das medidas de controle mais adequadas.

10. Referências bibliográficas

- Ablin, E. R. & Paz, S. 2002. Rumo à rastreabilidade no Mercado mundial de soja: um novo olhar sobre a lei de oferta e procura. *Revista Brasileira de Comércio Exterior*, n°. 73. Disponível em: <<http://www.funcex.com.br>> Acesso em: 18/04/04
- Altmann, R. 2001. Segurança alimentar. *Revista Agropecuária Catarinense* 14: 64.
- Barkema, A. & Drabentstott, M. 1995. The many paths of vertical coordination: structural implications for de U.S. Food System. *Agribusiness* 11: 483-492.
- Brasil. 2002. Instrução Normativa n° 1, de 09/01/02, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. SISBOV.
- CBQL (Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite). 2004. Organização da cadeia produtiva para a qualidade do leite. Disponível em: <http://www.cbql.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=2> Acesso em: 13/01/05
- CEPEA (Centros de Estudos Avançados de Economia Aplicada). 2006. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>> Acesso em: 05/12/06
- Costa, C. N. & Euclídes Filho, K. 2002. Identificação animal e rastreamento da produção de bovinos de corte e leite. In: *Workshop Agrosoft: O agronegócio na sociedade da informação*. Brasília - DF.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. Traceability of products from fisheries and aquaculture, p. 12-16. Item 8 of the Provisional Agenda. Germany, Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/meeting/004/y3015E.htm>> Acesso em: 12/04/04
- Fermam, R. K. S. 2003. HACCP e as barreiras técnicas. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas>> Acesso em: 28/08/04
- Ferreira, L. C. L. & Meirelles, M. B. 2002. Avaliação da eficiência de quatro métodos para identificação de bovinos. 1ª edição. UFMS: Campo Grande. 60 p.
- Golan, E.; Krissoff, B.; Kuchler, F.; Calvin, L.; Nelson, K.; Price, G. 2004. Traceability in the U. S. food supply: economic theory and industry studies. USDA: Washington. 48p.
- Holroyd, P. 2000. Tendências do mercado de carne para o novo milênio, p. 93-109. In: *Anais da Conferência APINCO*. Campinas - SP.
- IDEC (Instituto de Defesa do Consumidor). 2005. Resíduos de agrotóxicos em alimentos. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/noticia.asp?id=4888>> Acesso em: 05/12/06

- ISO (International Organization for Standardization) n° 8402. 1994. Disponível em:
<http://www.iso.ch/iso/en/xsite/contact/01enquiry-service/011ISO9000/General_info/9000series.html> Acesso em: 28/08/04
- Juran, J. M. & Gryna, F. M. 1992. Planejamento da produção, p. 244-332. In: Juran, J. M. & Gryna, F. M. (eds.). Controle da qualidade: handbook. Makron Books: São Paulo. v. 3, 201 p.
- Lazzari, F. A. 1997. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. Edição do autor. Curitiba - PR, 134 p.
- Lazzari, F. A & Lazzari, S. M. N. 2002. Colheita. Recebimento, limpeza, secagem e armazenamento de milho. ABIMILHO, Boletim Técnico. 22 p.
- Lord, W. D. & Stevenson, J. R. 1986. Directory of forensic entomologists. American Registry of Professional Entomologists. 42 p.
- Machado, R. T. M. 2000. Rastreabilidade, tecnologia da informação e coordenação de sistemas agroindustriais. Tese de doutorado em Administração, Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 239 p.
- Machado, R. T. M. 2005. Sinais de qualidade e rastreabilidade de alimentos: uma visão sistêmica. Organizações Rurais e Agroindustriais 7: 227-237.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2006. Disponível em:
<<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 05/12/06
- Mariuzzo, D. & Lobo, D. 2003. Rastreabilidade e segurança alimentar: exigências do mercado consumidor – o caso da fruticultura. In: Anais do IV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e à Agroindústria. Porto Seguro - BA.
- Mckean, J. D. 2001. Importancia de la rastreabilidade para la salud pública y la protección del consumidor. In: Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties. Paris - France.
- Nääs, I. A. 2003. A importância da rastreabilidade nas cadeias produtivas de suínos e aves. In: Anais do IV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e à Agroindústria. Porto Seguro - BA.
- Nääs, I. A.; Sobestiansky, J.; Barbarino JR., P.; Seyboth, L. 2004. Manual de rastreabilidade na produção animal intensiva. 1ª edição. Gráfica Art 3: Goiânia. 76 p.

- Pallet, D.; Oliveira, I. J.; Brabet, C.; Iba, S. K. 2003. Um panorama da rastreabilidade dos produtos agropecuários do Brasil destinados à exportação – carnes, soja e frutas. ESALQ – USP, ProsPER Cône Sud.
- Schaeffer, E. & Caugant, M. 1998. Traçabilité guide pratique pour l'agriculture e l'industrie alimentaire. In: ACTA – ACTIA. Paris - France.
- Silva, C. A. B. & Batalha, M. O. 1999. Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil. Relatório de pesquisa UFV/ UFSCar.
- Smith, S. & Phillips, P. W. B. 2002. Product differentiation alternatives: identity preservation, segregation, and traceability. *AgBioforum* 5: 30-42.
- Sousa, E. L. L. 2001. Preservação de identidade de grãos e a coordenação dos sistemas agroindustriais. Tese de doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 167 p.
- Wilkinson, J. 2002. Cadeia: biotecnologia e agronegócios. UNICAMP – IE – NEIT, São Paulo. 95 p.

CAPÍTULO II

DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE RASTREABILIDADE DE GRÃOS

DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE RASTREABILIDADE DE GRÃOS

RESUMO

Sistemas de rastreabilidade no setor de alimentos e rações são ferramentas para o manejo do fluxo de produtos e processos, visando à diferenciação e manutenção da qualidade, melhoria da eficiência e segurança dos alimentos em benefício do consumidor e sucesso do agronegócio. A rastreabilidade pressupõe que uma entidade, produto ou lote seja identificado no início ou a partir de uma etapa do sistema, que todos os dados sobre seu manuseio sejam devidamente documentados e que possam ser recuperados. Esta recuperação pode ser necessária para a verificação de falhas nos processos, para o recolhimento de produtos fora das especificações de segurança ou validação de medidas eficazes adotadas ao longo das etapas da cadeia produtiva. Para permitir e agilizar o registro e recuperação de informações para a rastreabilidade de grãos foi desenvolvido e testado o software ‘Rastreabilidade de Grãos’. Este software, baseado no conceito de metadados, é uma ferramenta eficiente e versátil que permite ao administrador criar todos os campos e telas que devem compor seu sistema de rastreabilidade. Na estrutura básica do sistema o item principal é chamado de entidade, que no caso, é o lote de grãos; cada entidade possui uma origem e ‘n’ fases, cada fase possui ‘n’ processos. O usuário, além de incluir os dados sobre cada entidade, pode recuperar rapidamente as informações e gerar relatórios, alcançando os principais objetivos da rastreabilidade. Um guia para o usuário permite que um operador com conhecimento básico de informática possa utilizar o sistema. O software também contém um link com uma listagem das principais espécies de insetos de produtos armazenados, com imagens originais, diagnose, biologia e breve descrição dos danos. Esta ferramenta, além de ser um acessório do sistema, pode ser utilizada como um recurso educacional em cursos de treinamento e formação.

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE TRACEABILITY OF GRAINS

ABSTRACT

Traceability systems in the sector of food and feed are tools to help the management of the flow of products and processes for product differentiation and quality maintenance, and to improve efficiency and food safety for the consumer benefit and success of the agribusiness. The traceability presupposes that one entity, product or lot is identified in the beginning or at any step of the system, and that all the data about it will be readily recorded and recovered when needed. These procedures may be necessary to verify failures in the processes, to recall unsafe or falsely advertised products, or to validate approved measures adopted along the steps of the food chain. In order to accomplish and timely record and recover the information for traceability of grains, it was designed the software 'Grain Traceability'. This software, based on the concept of metadata, is an efficient and versatile tool that allows the administrator to create all the fields and screens to compose his traceability system. Basically, the main item of the system is called entity that is the lot in the case of grains; each entity has an origin and 'n' steps, and each step has 'n' processes. The user, besides including the data about each entity, can promptly recover the information and generate reports, attaining the main objectives of traceability. A user guide is provided to help an operator with basic computer knowledge to run the software. The software also has a linking to a list of the main insect species of stored grains with original pictures, diagnosis, biological data, and brief description of the damage. This tool, besides being an accessory of the system, can be used for educational purpose and training.

1. INTRODUÇÃO

Desde a última década vem se consolidando a necessidade da visão sistêmica do agronegócio, exigindo a compreensão de todos os componentes e inter-relações do sistema, para que sejam formuladas políticas e estratégias mais eficientes e duradouras. Houve também o aumento da importância da documentação e comunicação de informações sobre a origem e produção, tanto na questão de saúde pública (doenças, contaminações, produtos transgênicos) quanto aos aspectos legais (exigências governamentais e normas específicas).

No atual cenário econômico brasileiro, o volume dos produtos exportados tem significativo valor na balança comercial, sendo que a busca pela qualidade é uma premissa máxima e constante para aqueles que estão envolvidos com a produção de gêneros alimentícios. Tal atividade é regida por tendências internacionais, regulada por órgãos ou legislações. Tendo em vista as exigências de países ou entidades comerciais, os produtores e processadores têm procurado mecanismos para um melhor acompanhamento de suas produções e processos. A rastreabilidade de produtos e processos tem sido uma nova abordagem neste contexto, buscando descrever atividades e relacionar informações com o objetivo de compreender o comportamento dos objetos em questão (Figueira & Zambalde 2003).

A necessidade de se rastrear os alimentos vem das novas regras de comércio e regionalização, das cadeias alimentares cada vez mais complexas, da demanda dos consumidores por segurança alimentar, do bioterrorismo, e de outras tendências do comércio globalizado. Desta forma, a gestão da informação dos fluxos de mercadoria e de informações em cadeias produtivas tornou-se um requisito para as empresas interessadas na manipulação e processamento de produtos, exigindo uma reestruturação fundamentada em eficiência e eficácia.

A rastreabilidade da logística do produto deve ser capaz de seguir este produto no tempo e no espaço e a rastreabilidade do conteúdo do produto deve ser capaz de dar todas as informações sobre a vida deste produto (adubos, tratamentos fitossanitários, processamento e outras práticas). Uma rastreabilidade completa seria a justaposição dessas duas formas (Pallet 2003).

Neste contexto, houve a estruturação de sistemas para transferência de informações entre os elos da cadeia e para a gestão de seus processos e as trocas de informações requerem o estabelecimento de padrões que possibilitem a descrição de produtos e das operações agropecuárias. Para a rastreabilidade de grãos, os softwares representam uma importante ferramenta para o registro da documentação e permitem que todas as etapas da

cadeia produtiva sejam cadastradas e as informações recuperadas para a preservação da identidade de cada produto.

Embora não haja exigência legal a respeito do uso de sistemas baseados em computador para execução de rastreabilidade, é crucial adotar o uso da tecnologia na integração e distribuição da informação. A tecnologia da informação auxilia as organizações a coletar informações, tratá-las, filtrá-las e difundi-las dentro da organização (Rodrigues & Silva 2006). Segundo esses mesmos autores, o documento de papel ainda é a ferramenta de identificação e registro mais usada e barata, mas a capacidade é fraca, o armazenamento da informação é difícil e falsificável, além da lentidão para se recuperar a informação para a resolução de problemas.

Em 1992, o governo inglês fez um relatório para verificar a qualidade da informação a respeito da segurança alimentar na cadeia de alimentos. Esse relatório apontou que a segurança alimentar era deficiente em cinco pontos: incompleta, imprecisa, inoportuna, inútil e inacessível. A análise desse relatório ocorreu durante a crise da Doença da Vaca Louca, a BSE (*Bovine Spongiform Encephalopathy*), na Europa e iniciou a discussão do problema da informação nas cadeias produtivas. A partir desse momento houve o avanço da tecnologia da informação para resolver este problema na Inglaterra e no mundo (Wilson & Clarke 1998).

A tecnologia da informação (TI), que surgiu como um centro de dados para processar transações, manter o registro dos estoques e emitir a folha de pagamento, passou a ser aplicada em funções de otimização e controle, assim como funções executivas que exigem um julgamento para a tomada de decisão (Porter & Millar 1985). Diante desse cenário, muitas organizações passaram a usar a TI não somente para automatizar operações, ou seja, substituir o esforço e a qualificação humana por uma tecnologia que permita que o mesmo processo seja executado a custo menor, com mais controle e continuidade, mas principalmente para informatizá-las, gerando informações sobre o processo que está por trás da automação e por meio das quais a organização realiza seu trabalho (Zuboff 1994).

O conceito atual de TI, segundo Oliveira (1996) e Machado (1998), é: “um complexo que inclui computadores (hardware e software), redes de comunicação públicas e privadas, subprodutos da interação das tecnologias de computação e comunicação, além de todos os produtos e serviços usualmente abrigados sob os rótulos de automação de escritórios, rede digital de serviços integrados e automação comercial”.

O uso da TI pelas organizações, em geral, é de vital importância para alcançar uma posição competitiva no mercado global. Embora com atraso, as organizações do

agronegócio também estão adotando esta tecnologia num ritmo bastante intenso (Castro Neto *et al.* 2002).

Segundo Pallet (2003), a implementação da rastreabilidade nas cadeias produtivas favorece quem diferencia seu produto, as informações ficam disponíveis para o consumidor, o uso das informações para tomada de decisões, identificação de responsabilidades (produtor, transportador, distribuidor).

Muitas cooperativas no Brasil já possuem softwares para os registros internos da empresa, referentes ao recebimento, armazenamento e expedição. Contudo, há necessidade de maior sofisticação e disponibilização de softwares para a rastreabilidade em função do volume e variedades de produtos e da dinâmica do mercado de grãos.

O software Rastreabilidade de Grãos, como um produto da presente pesquisa, é uma ferramenta da bioinformática que permite que os usuários do sistema possam customizar, conforme as suas necessidades, as interfaces de inserção de dados para uma eficiente rastreabilidade de produtos. Sendo assim, o conceito de metadados, onde são criadas estruturas de dados complexas e flexíveis, é a base deste software.

Não sendo uma abordagem convencional, o uso de metadados requer uma alternativa capaz de se adequar a este modelo. A linguagem de marcação XML possui características que a enquadram neste formato. Portanto, optou-se pela sua utilização no armazenamento dos metadados. Deste modo, este software, além de suprir uma crescente necessidade do mercado mundial, busca uma solução através de uma tecnologia pouco explorada no agronegócio, demonstrando assim os resultados positivos diante de uma profunda busca pelo conhecimento e inovação.

Esse sistema também fornece informação para o gerenciamento de alertas sanitários, melhorando a eficiência na detecção de problemas e, na outra ponta, promovendo produtos com qualidade diferenciada.

Com relação à Entomologia, têm sido criadas ferramentas de bioinformática, como os ‘*Expert Systems*’ desenvolvidos por pesquisadores do USDA, que analisam dados de captura de insetos em unidades de armazenamento de grãos e definem as estratégias de controle a serem adotadas (Shuman *et al.* 2005; Flinn *et al.* 2006).

Considerando as tendências do agronegócio dentro do contexto apresentado acima, o objetivo geral do trabalho foi implementar uma ferramenta computacional que permita registrar informações dos produtos e processos dentro da cadeia produtiva de grãos, visando, com isso, a preservação da identidade dos lotes de grãos e a rastreabilidade dos processos.

Os objetivos específicos foram:

- 1) Realizar levantamento de informações em cooperativas para verificar as etapas mais relevantes para a rastreabilidade na cadeia produtiva de grãos, com o foco principal na etapa de armazenamento do grão;
- 2) Desenvolver um sistema computacional (software) que permita que o administrador defina toda a estrutura de dados, criando os campos e as telas que serão utilizadas para estabelecer o histórico dos produtos;
- 3) Configurar o sistema de modo a permitir o agrupamento e desagrupamento de entidades, especificamente para o caso da produção de grãos, para que estes agrupamentos possam ser observados claramente pelo usuário, possibilitando recuperar os dados num histórico não linear;
- 4) Desenvolver um link de identificação dos insetos de grãos armazenados para auxiliar na identificação das espécies pelos operadores;
- 5) Disponibilizar o software em um CD ou outro tipo de mídia e respectivo manual, para que tanto o administrador quanto o usuário possam testar e aprimorar o sistema para futura validação, patenteamento e disponibilização para o público alvo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A ferramenta desenvolvida para o registro de informações para o processo de rastreabilidade aplicado à cadeia produtiva de grãos foi um software que permite criar e manipular estruturas de dados complexas e flexíveis. O público alvo são operadores e gerentes de cooperativas e unidades de armazenamento de grãos.

O software foi desenvolvido em colaboração com os acadêmicos Ana Maria Pereira e Eduardo Rafael Coutinho dos Santos, sob a orientação dos professores Mario de Paula Soares Filho e Irapuru Haruo Florido, do Curso de Tecnologia da Informação da Escola Técnica da Universidade Federal do Paraná. O software foi chamado de ‘Rastreabilidade de Grãos’, que será sua designação ao longo deste trabalho, ou apenas RG quando conveniente.

2.1. Análise de requisitos

O primeiro passo para o desenvolvimento do software RG foi realizar uma análise de requisitos, para levantar informações sobre como se daria a rastreabilidade dos produtos. Para se rastrear um produto deve-se cadastrar as entidades ou lotes a serem rastreados e

durante toda a cadeia produtiva, armazenar informações sobre todos os procedimentos que são realizados envolvendo o produto. Por exemplo, na produção de grãos são registrados os dados de campo (tipo de solo, pluviometria), recebimento, secagem, armazenamento e processamento. Os dados são registrados desde o início da produção passando por todas as fases até que seja vendido ao consumidor final.

Para isso foi necessário criar uma estrutura em que se registrasse os dados da origem do produto e os dados do próprio produto, ou entidade, que será rastreado. Após o cadastramento destas informações, o sistema deve ser alimentado pelo operador a cada fase e processo que ocorre na produção.

2.2. Delimitação do escopo

O segundo passo foi a delimitação do escopo do software RG. De acordo com as informações levantadas nas cooperativas, o sistema foi organizado com o seguinte conceito: cada Indivíduo ou Lote de indivíduos a ser rastreado é chamado de “Entidade”; toda a entidade pode possuir uma “Origem”, que diz de onde ela veio. As etapas da cadeia produtivas são chamadas “Fases” e durante cada fase vão ocorrer “Processos” que devem ser registrados para compor a rastreabilidade de cada entidade. A Figura 1 ilustra a estrutura básica definida para a rastreabilidade.

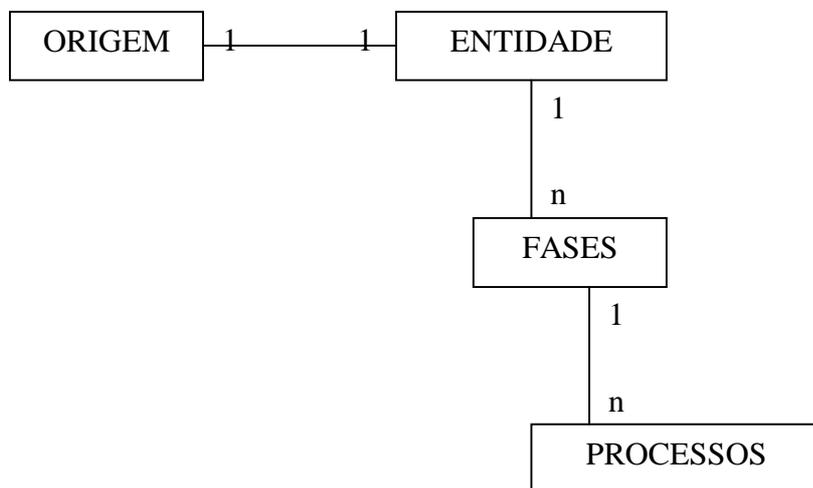


Figura 1. Estrutura básica definida para a rastreabilidade de produtos no software Rastreabilidade de Grãos.

Para a implementação do software optou-se por utilizar metadados, portanto, para que seja possível fazer a implementação desse modelo, o administrador do sistema deverá cadastrar os campos e as telas que pertencem ao sistema. Somente depois de definir as telas

de Origem, Entidades, Fases e Processos é que será possível inserir efetivamente os dados da rastreabilidade.

Quando as telas estiverem cadastradas, o operador do sistema (usuário) poderá iniciar a inclusão dos registros. O Conjunto de Entidades contém as estruturas que são definidas pelo administrador, sendo que o operador selecionará uma para incluir registros. Desta maneira cada tipo de Entidade poderá ter diversos registros conforme mostra a Figura 2.

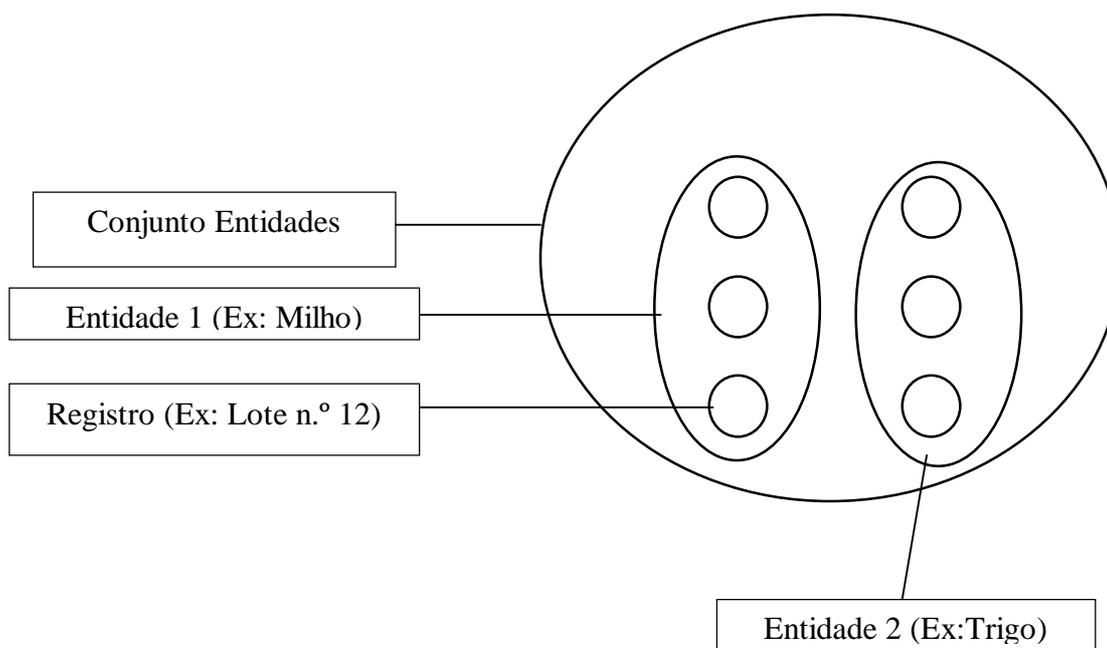


Figura 2. Estrutura lógica de registros do software Rastreabilidade de Grãos.

Conforme as informações contidas na metodologia, alguns termos foram utilizados para denominar os elementos do sistema. A seguir seguem suas definições no contexto do sistema:

- Estrutura de entidade: é a definição do perfil de um tipo de objeto que se deseja rastrear, contendo elementos que descrevem as características deste grupo.
- Entidade: é o objeto da rastreabilidade, ou seja, o produto a ser rastreado pelo sistema.
- Origem: refere-se à procedência do produto, ou às informações que se tem sobre ele antes de iniciar a rastreabilidade.
- Fases: são as etapas do ciclo de produção.
- Processo: são as atividades às quais o produto é submetido durante a produção.
- Registros: são as ocorrências de elementos de um tipo de Entidade.

2.3. Levantamento de tecnologias

O terceiro passo para o desenvolvimento do software foi o levantamento de tecnologias, buscando conhecer as tecnologias existentes no mercado e selecionar aquelas que fossem mais interessantes para a execução do projeto. Durante um período de três meses foram estudadas diversas tecnologias. Segue abaixo as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do software.

2.3.1. Linguagem de Programação

PHP 5

É uma linguagem de programação de interpretação, utilizada para gerar páginas dinâmicas na Web. Pode ser embutida no código HTML (*HyperText Markup Language*) e, além disso, destaca-se pela extrema facilidade com que lida com servidores de base de dados. A sintaxe é bastante simples e fácil, além disso, possui suporte de orientação a objetos e ao XML (*Extensible Markup Language*).

PHP e XML

Na linguagem PHP (*HyperText Preprocessor*) as funções de manipulação estão presentes desde sua origem. Mais recentemente, como a especificação XML tornou-se proeminente como linguagem de troca de dados, o PHP incorporou funções que o tornaram uma ferramenta fácil para trabalhar com documentos XML. Devido à natureza e ao formato dos documentos XML, a maior parte do trabalho para criar funções XML para o PHP esteve focado em analisar e manipular os documentos XML, mantendo-se em conformidade com a especificação do W3C (*World Wide Web Consortium*). Para efetivamente analisar e manipular os documentos XML, essas funções têm que permitir trabalhar com os nomes e valores dos elementos e dos atributos bem como com os muitos outros tipos de componentes dos documentos XML. No manual do PHP são apresentadas funções de parser DOM (*Document Object Model*), de parser SAX (*Simple API for XML*), SimpleXML, XML-RP (experimental) e funções de processador de XSL/XSLT (*Extensible Stylesheet Language*).

Um dos requisitos básicos para a estrutura dos arquivos foi que eles oferecessem a máxima flexibilidade ao software Rastreabilidade de Grãos, para que o usuário pudesse definir os campos e as telas do sistema como considerasse mais adequado e ao mesmo tempo a estrutura deveria permitir ao sistema administrar e manipular todos os dados encontrados nestes arquivos.

2.3.2. Armazenamento dos Dados

XML

O XML é uma linguagem de marcação e é também a base de documentos estruturados que representam não somente a informação a ser passada, mas também os metadados, que definem o seu significado e a estrutura da informação. É uma maneira simples de delimitar os dados do texto. As *tags* do XML dão nome ao conceito descrito, e atributos identificados modificam as estruturas rotuladas. Desta forma, os dados em XML são autodescritivos, ou seja, fáceis de compreender e manipular.

O XML também possui as suas desvantagens: a) não possui mecanismos eficientes de armazenamento que substituam os existentes em bancos de dados relacionais como: garantir as restrições de integridade, manipulação de dados, armazenamento e recuperação de dados fisicamente e otimizações de consulta; b) os seus documentos podem ser de 3 a 20 vezes maiores do que os representados em formato binário e texto.

Apesar das desvantagens citadas, foi escolhido utilizar o XML para a implementação do repositório, pois é uma técnica poderosa de estruturar os dados, trocá-los e apresentá-los independentemente da plataforma.

WWWIsis

O WWWISIS é o servidor de Internet para bases de dados Isis. Opera via *Common Gateway Interface* (CGI) do *Hypertext Transport Protocol* (HTTP) e, a partir da versão 4.0, conhecida também como WXIS, utiliza uma linguagem de *script* baseada em XML, o IsisScript.

A principal característica do IsisScript é a sua capacidade de processamento de entidades Isis por meio da transferência de dados de um navegador WWW para o processo CGI.

Com o WWWISIS, estão disponíveis linguagem de pesquisa, formatação e atualização de registros, sendo por isso possível a montagem de formulários de pesquisa, bem como a implementação de operações para a atualização de bases de dados.

A saída do IsisScript para o navegador WWW pode ser gerada via linguagem de formatação Isis. A possibilidade de incluir códigos HTML nas especificações do formato permite desenvolver uma interface de pesquisa totalmente gráfica, em ambiente de Internet ou Intranet.

2.3.3. Tecnologias Auxiliares

DHTML

É um conjunto de tecnologias usadas para criar páginas Web dinâmicas e interativas. É uma combinação do HTML, folhas de estilo em cascata (CSS), linguagens de script (JavaScript), e o DOM.

DHTML (*Dynamic HTML*) não é uma recomendação do W3C, é um termo criado para designar o uso combinado das tecnologias citadas acima.

Com DHTML, o desenvolvedor web pode manipular os atributos de formatação e posicionamento de elementos HTML que são apresentados pelo browser. Fazendo, desta forma, com que elementos sejam adicionados ou removidos da tela dinamicamente ou que os atributos de formatação mudem devido a ações como clicar ou passar o ponteiro sobre um objeto, por exemplo.

O Javascript juntamente com as técnicas de DHTML foram escolhidos para realizar algumas funções no sistema, em que não se faz necessário fazer uma requisição ao servidor, mas apenas acessar e alterar as propriedades do HTML tornando as páginas mais dinâmicas.

AJAX

É um conjunto de tecnologias que servem para criar aplicações dinâmicas para Internet. Ele é baseado em XHTML (*Extensible HTML*) e CSS para conteúdo e apresentação, DOM para apresentação dinâmica e interação, XMLHttpRequest para recuperação assíncrona de dados, XML e Javascript para unir tudo. Ele é a peça chave do Gmail.

Essa técnica consiste em utilizar Javascript, XML e XMLHttpRequest de forma a criar páginas que executem código sem serem recarregadas, ou seja, sem atualizar as páginas cada vez que uma requisição é feita ao servidor.

A técnica foi utilizada em alterações dinâmicas na tela nos casos em que foram necessário fazer uma requisição ao servidor.

Parser DOM

O DOM é uma API (*Application Programming Interface*) que permite acessar rapidamente informações em um arquivo e permite a sua edição, é bastante eficaz quando se necessita obter muitas informações contidas em um documento XML, permitindo que qualquer parte do documento seja acessada a qualquer momento. O Parser DOM é mais recomendado para documentos pequenos em que se necessita recuperar uma grande quantidade de informações.

XSL

XSL é uma linguagem de definição de folhas de estilo, semelhante ao CSS, só que bem mais poderosa e complexa. É composta por XSLT (*XSL Transformations*), responsável por transformar o documento original e FO (*Formating Objects*), responsável por aplicar a formatação ao arquivo transformado. Foi utilizado o XSL para gerar diversos relatórios e inclusive a interação das telas de cadastro dos dados.

XSLT

XSLT é a parte mais importante do XSL. É usado para transformar um documento XML em um outro tipo de documento que seja reconhecido pelo navegador, como HTML e XHTML. Normalmente o XSLT transforma cada elemento XML em um elemento HTML. Com o XSLT é possível adicionar e remover atributos do arquivo de saída. Também é possível reorganizar e ordenar elementos, permitindo escolher quais elementos devem ser mostrados e quais não.

XQuery

É uma linguagem para buscar e extrair dados de elementos e atributos em arquivos XML baseada em expressões de XPath. É compatível com a maioria das recomendações W3C, como XML, Namespaces, XSLT, XPath e XML Schema. Foi utilizado o Xquery na gravação de dados juntamente com o XPath.

PHP SimpleXML

A extensão SimpleXML do PHP oferece funções para converter o XML em um objeto que pode ser processado com propriedades normais de seleção e interações de Array (vetor). O suporte ao SimpleXML no PHP5 é instalado automaticamente e, não é necessário incluir extensões adicionais.

SimpleXML inclui funções para trabalhar com documentos XML que realizam operações comuns como converter uma *string* em um documento XML formatado e apresentá-lo. A primeira vantagem é que o documento XML transforma-se em um objeto que pode ser processado como outros objetos em PHP com elementos e atributos e seus dados são acessados usando operações normais de objetos. A extensão inclui funções para trabalhar com documentos XML.

O PHP SimpleXML foi utilizado nos métodos construtores de objetos para obter os dados dentro dos arquivos XML.

2.4. Modelagem da Aplicação

A finalidade da modelagem é apresentar uma visão lógica do sistema mostrando suas características e funcionalidades, facilitando assim a compreensão e o entendimento do mesmo.

A modelagem de casos de uso é utilizada para descrever as funcionalidades da aplicação e a interação desta com os usuários. Eles são apresentados na forma de diagramas, sendo escrito em termos de atores. Os atores representam o papel do usuário e do administrador do sistema. Os atores se comunicam através dos casos de uso, onde cada caso representa uma seqüência de ações executadas.

2.5. Ferramentas Utilizadas

As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do software foram:

Ferramenta de modelagem UML: Jude Community 1.4.1 e Java Jdk1.5.0_06

Editor HTML: Macromedia Dreamweaver MX 2004

Editor PHP: PHP Editor

Servidor: WAMP5 com Apache 2.0.55 e PHP 5

2.6. Ambiente de Produção

Os requisitos para o ambiente de produção do software são:

Servidor: Apache 2.0.55 e PHP 5

Sistema Operacional: Windows98 ou superior

Navegador: Internet Explorer 5.0 ou versão superior

Hardware: Processador 500 MHz ou superior, 128 MB de memória.

2.7. Link de Insetos

Para a criação do link de insetos de grãos armazenados no software RG foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre as principais espécies de insetos associados a grãos armazenados. Foram selecionados caracteres morfológicos de fácil visualização pelo operador usando uma lupa estereoscópica simples. Também foram sumarizados dados da biologia dos insetos e descrição dos danos. Foram feitas imagens originais de insetos criados no Laboratório de Pragas de Grãos Armazenados da UFPR, utilizando uma câmera digital Sony, modelo W7, acoplada a uma lupa estereoscópica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto deste trabalho foi o software ‘Rastreabilidade de Grãos’ (RG), que é uma ferramenta fundamental para o cadastro e recuperação de dados, cujo objetivo imediato é a rastreabilidade de produtos e processos da cadeia produtiva de grãos, especificamente na etapa de armazenamento. Contudo, devido a sua alta portabilidade, pode ser utilizado para vários outros produtos e processos que se deseje rastrear e preservar a identidade, pois a criação dos formulários de cadastro é customizável. Existe um mecanismo eficiente de consulta dos dados cadastrados e também é possível fazer o agrupamento e o desagrupamento das entidades.

Com base no levantamento de dados realizado em cooperativas de grãos, determinou-se que o software deveria ser um sistema seguro e eficiente para identificar os produtores, cultivares utilizadas, tratamentos fitossanitários e adubação na etapa da produção, seguida pela colheita, classificação, secagem, armazenamento e qualidade do produto final para os diversos processamentos industriais e/ou consumo.

Para que o sistema utilizasse o XML como meio de organização dos dados foi necessário criar uma estrutura padrão para os documentos. Mesmo o sistema possuindo uma estrutura relativamente fixa, permite uma maleabilidade satisfatória dos dados.

O CD com o sistema e o Manual de Instalação e Utilização do software Rastreabilidade de Grãos são anexos que acompanham este trabalho para permitir sua utilização e avaliação (Anexos 1 e 2).

3.1. Casos de Uso

A modelagem de casos de uso para a implementação do software Sistema de Rastreabilidade foi representada em forma de diagramas de acordo com as funcionalidades requeridas pelo sistema construído e pode ser verificada na Figura 3.

Para a utilização do sistema, há dois tipos de atores: o operador ou usuário e o administrador do sistema. O usuário pode realizar as funções de registro de entidade, cadastro de origem, fase, processo, agrupamento e desagrupamento de entidades e consulta de histórico. Ao administrador cabe a montagem das telas, como entidade, tipo de origem, fase, processo, cadastro dos campos e de usuários, com login e senha.

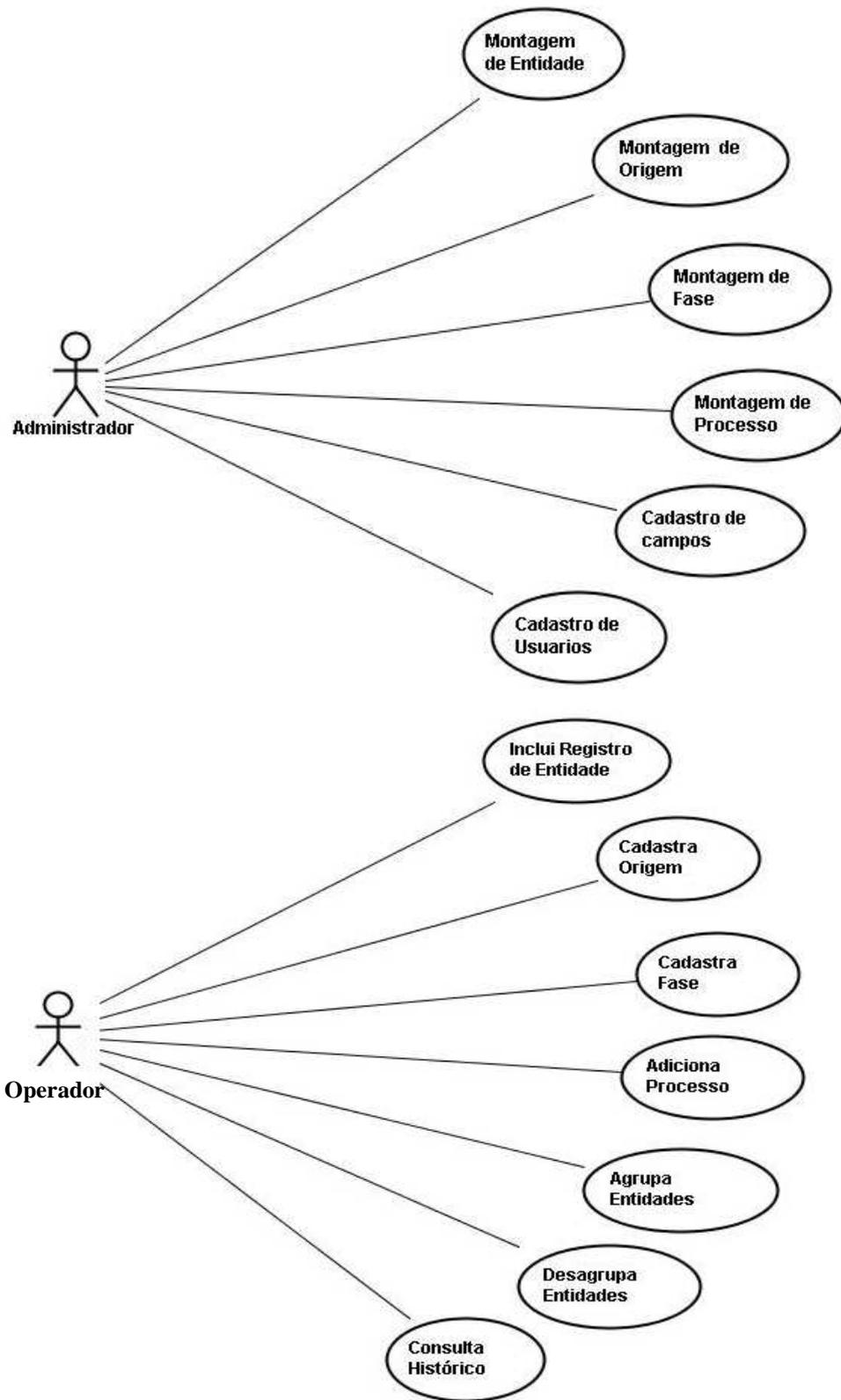


Figura 3. Diagramas de casos de uso do software Rastreabilidade de Grãos.

3.2. Descrição do Produto Software

3.2.1. Visão do Administrador do Sistema

Para acessar a área restrita ao administrador, o mesmo deve digitar o endereço onde está hospedado o sistema, <http://localhost/Rastreabilidade>, que levará a página para fazer o login. Após acessar o sistema (Figura 4), o administrador poderá realizar as seguintes operações:

- Cadastrar os usuários, senhas e alterá-las;
- Cadastrar os campos que serão utilizados nas telas;
- Criar as listas de entidades, origens, fases, processos;
- Montar as entidades, origens, fases e processos.

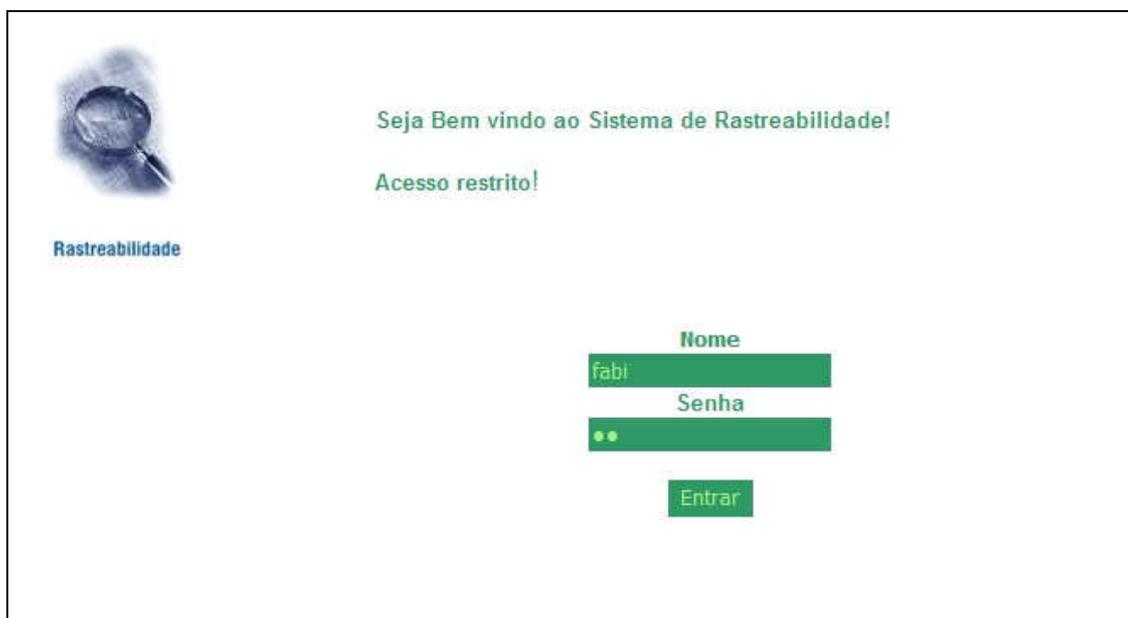


Figura 4. Tela de acesso do software Rastreabilidade de Grãos.

Os fluxos de eventos dos casos de uso para o administrador são os seguintes:

1. Cria Campos (Figura 5)

Pré-requisitos: Nenhum.

Fluxo principal: O administrador preenche os campos do formulário Cadastro de Campos e clica no botão Salvar para gravar o campo no arquivo de campos. Na mesma tela do Cadastro de Campos aparecerá a Lista de Campos, com os campos já cadastrados.

Fluxos alternativos:

Alterar: Na Lista de Campos o administrador deverá clicar sobre o campo desejado, o sistema irá carregar os dados do campo no formulário de cadastro. O administrador irá fazer as alterações que desejar e clicar no botão Salvar.

Excluir: Na Lista de Campos o administrador deverá clicar na opção Apagar, correspondente ao campo que deverá ser apagado. O registro não será excluído do arquivo de campos, apenas será inativado, para que as telas que já possuam este campo continuem a utilizá-lo.

Montagem **Cadastro de Campos**

Entidade
Origem
Fase
Processo
Campos
Cadastro de pragas

Nome:
Tipo HTML: Caixa de texto
Valor Default:

Salvar

Lista de campos			
	Nome	Tipo de html	Valor Default
1.	Adubação	text	Apagar
2.	Aeração	text	Apagar
4.	Alimentação	text	Apagar
6.	Análise de solo	text	Apagar
7.	Análises	text	Apagar
8.	Ardidos	text	Apagar

Outros
 Cadastrar Usuário
 Alterar minha senha
 Página principal

Figura 5. Criação dos campos utilizados nos software Rastreabilidade de Grãos.

2. Cria Tela Processo (Figura 6)

Pré-requisitos: Os campos já devem ter sido criados.

Fluxo principal: O administrador entra na tela Cadastro de Processos. Ele escreve o nome do processo, adiciona os campos que deverão fazer parte da tela. Clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de processos no arquivo de telas.

Fluxos alternativos:

Alterar tela: Abre a Lista de Processos e clica na opção Editar da tela desejada, o sistema abre o formulário de edição do processo com os dados já cadastrados, o administrador faz as alterações e clica em Salvar.

Excluir tela: Abre a Lista de Processos e clica na opção Apagar da tela desejada, o sistema não irá remover o registro da tela do arquivo de processos, apenas tornará o registro inativo.

Lista de Processos		
Novo		
Monitoramento da armadilha calador	Editar	Apagar
Termometria	Editar	Apagar
Resfriamento artificial	Editar	Apagar
Aplicação de inseticida	Editar	Apagar
Aplicação de Terra de Diatomácea	Editar	Apagar
Amostragem	Editar	Apagar
Monitoramento da armadilha delta adesiva	Editar	Apagar
Monitoramento da armadilha luminosa	Editar	Apagar
Monitoramento da armadilha gaiola	Editar	Apagar
Secagem	Editar	Apagar
Aeração	Editar	Apagar
Aplicação de herbicida	Editar	Apagar
Aplicação de fungicida	Editar	Apagar
Aplicação de fertilizantes	Editar	Apagar
Adubação	Editar	Apagar
Monitoramento de insetos	Editar	Apagar
Pesagem	Editar	Apagar
Classificação	Editar	Apagar
Tratamento preventivo	Editar	Apagar

Figura 6. Criação da tela de processo do software Rastreabilidade de Grãos.

3. Cria Tela Fase (Figura 7)

Pré-requisitos: Os campos já devem ter sido criados.

Fluxo principal: O administrador entra na tela Cadastro de Fase. Ele escreve o nome da fase, adiciona os campos que deverão fazer parte da tela e a lista de processos que poderão ocorrer nesta fase. Clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de fases no arquivo de telas.

Fluxos alternativos:

Alterar tela: Abre a Lista de Fases e clica na opção Editar da tela desejada, o sistema abre o formulário de edição da fase com os dados já cadastrados, o administrador faz as alterações e clica em Salvar.

Excluir tela: Abre a Lista de fases e clica na opção Apagar da tela desejada, o sistema não irá remover o registro da tela do arquivo de fases, apenas tornará o registro inativo.



[Sair](#)

Bom dia!!
Seja bem vindo(a) Fabiane Cristina Ceruti

Montagem

- Entidade
- Origem
- Fase
- Processo
- Campos

Outros

- [Cadastrar Usuário](#)
- [Alterar minha senha](#)
- [Página principal](#)

Lista de Fases

[Nova](#)

Campo	Editar	Apagar
Recebimento	Editar	Apagar
Secagem	Editar	Apagar
Armazenamento	Editar	Apagar
Produto final	Editar	Apagar

Figura 7. Criação da tela de fase do software Rastreabilidade de Grãos.

4. Montagem de Origem (Figura 8)

Pré-requisitos: Os campos já devem ter sido criados.

Fluxo principal: O administrador entra na tela Cadastro de tipo Origem. Escreve o nome da origem e adiciona os campos que deverão fazer parte da tela, clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de Origem no arquivo de telas.

Fluxos alternativos:

Alterar tela: Abre a Lista de Origens e clica na opção Editar da tela desejada, o sistema abre o formulário de edição da origem, o administrador faz as alterações e clica em Salvar.

Excluir tela: Abre a Lista de Origens e clica na opção Apagar da tela desejada, o sistema não irá remover o registro da tela do arquivo de origem, apenas tornará o registro inativo.

Campos	
Nome do Cooperado	Excluir
Propriedade/Fazenda	Excluir
Número de matrícula	Excluir
Informações adicionais	Excluir

Figura 8. Tela da montagem de origem do software Rastreabilidade de Grãos.

5. Montagem de Entidade (Figura 9)

Pré-requisitos: Os campos já devem ter sido criados.

Fluxo principal: O administrador entra na tela Cadastro de Entidade, escreve o nome da entidade, adiciona os campos que deverão fazer parte da tela, seleciona um tipo de origem e a lista de fases que farão parte do histórico desta entidade, clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de Entidade no arquivo de telas.

Fluxos alternativos:

Alterar tela: Abre a Lista de Entidade e clica na opção Editar da tela desejada, o sistema abre o formulário de edição da entidade com os dados já cadastrados, o administrador faz as alterações e clica em Salvar.

Excluir tela: Abre a Lista de Entidade e clica na opção Apagar da tela desejada, o sistema não irá remover o registro da tela do arquivo de entidades, apenas tornará o registro inativo.

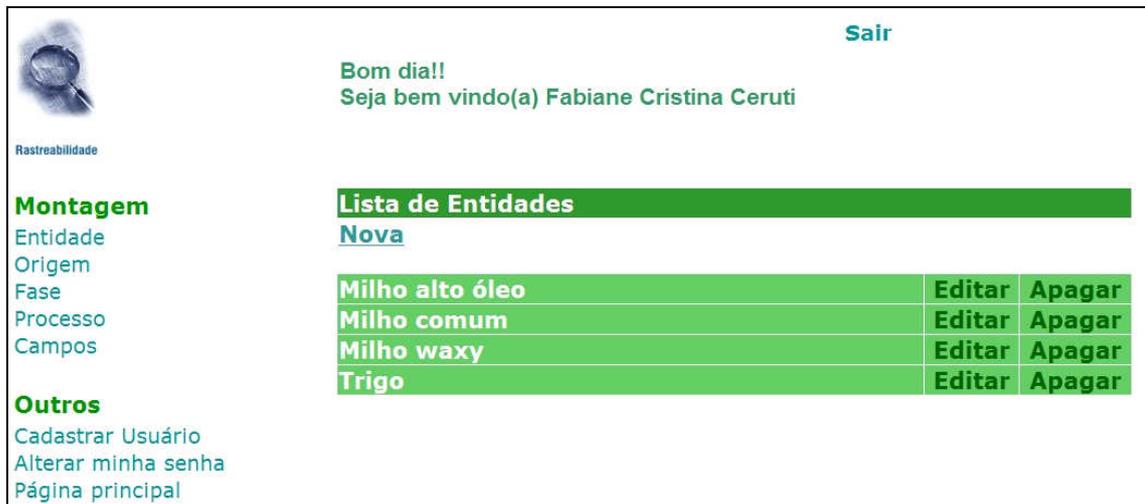


Figura 9. Tela da montagem da entidade do software Rastreabilidade de Grãos.

6. Cadastro de Pragas (Figura 10)

Pré-requisitos: Nenhum.

O administrador abre a tela de Cadastro de Pragas e digita o nome da espécie, família, ordem do inseto. Ele pode inserir as imagens dos insetos e dos seus danos de arquivos externos e fazer uma descrição da espécie.

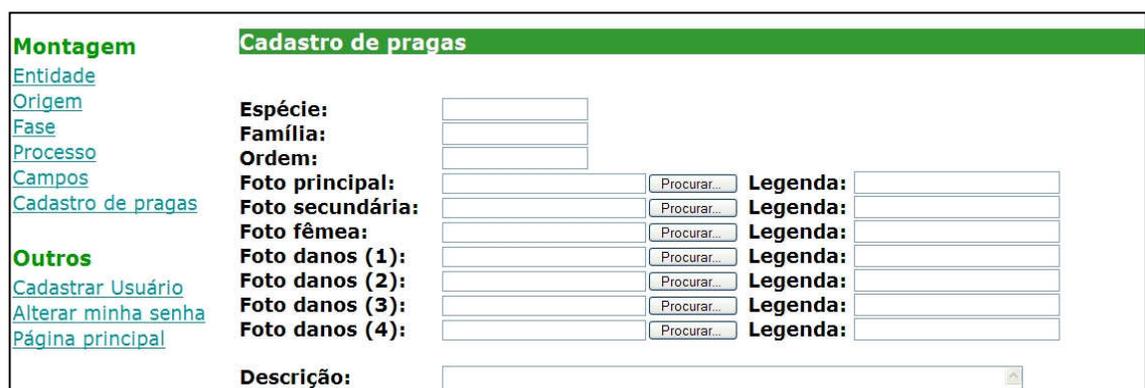


Figura 10. Tela de cadastro de pragas do software Rastreabilidade de Grãos.

7. Cadastro de Usuários (Figura 11)

Pré-requisitos: Nenhum.

Fluxo principal: O administrador abre a tela de Cadastro de Usuário, preenche os campos do formulário clica no botão Salvar. Na mesma tela do Cadastro de Usuários

aparecerá a Lista de Usuários, com os usuários já cadastrados. Estes usuários serão as pessoas que terão acesso ao sistema.

Fluxos alternativos:

Alterar: Na lista de usuários o administrador deverá escolher um usuário e abrir o seu cadastro, fazer as alterações que desejar e clicar no botão Alterar.

Excluir: Na lista de usuários o administrador deverá escolher um usuário e clicar na opção Apagar e confirmar a exclusão.

The screenshot shows a web interface with a green header. On the left, there are navigation menus: 'Montagem' (with sub-items: Entidade, Origem, Fase, Processo, Campos, Cadastro de pragas) and 'Outros' (with sub-items: Cadastrar Usuário, Alterar minha senha, Página principal). The main content area is titled 'Cadastro de Usuários' and contains a form with fields for 'Nome:', 'Tipo de Usuário:' (a dropdown menu currently showing 'Usuário'), 'Login:', and 'Senha:', along with a 'Salvar' button. Below the form is a table titled 'Lista de usuários' with the following data:

	Nome	Login	Tipo de usuário	
1.	ANA MARIA PEREIRA	ana	Administrador	Apagar
2.	Ana	12	Usuário	Apagar
5.	Fabiane Cristina Ceruti	fabi	Administrador	Apagar
6.	Fabiane Cristina Ceruti	fabi	Usuário	Apagar

Figura 11. Tela de cadastro de usuário do software Rastreabilidade de Grãos.

3.2.2. Visão do Usuário do Sistema

Para acessar a área do operador ou usuário, o mesmo deve digitar o endereço onde está hospedado o sistema, <http://localhost/Rastreabilidade>, que levará a página para fazer o login. Após acessar o sistema (Figura 4), o usuário poderá realizar as seguintes operações:

- Cadastrar as entidades;
- Cadastrar as origens;
- Cadastrar as fases e os processos;
- Agrupar e desagrupar as entidades;
- Exibir relatório completo do produto.

1. Cadastrar Entidade (Figura 12)

Pré-requisitos: A tela de Entidade já deve ter sido criada.

Fluxo principal: O operador escolhe o tipo de entidade que deseja trabalhar. Clica na opção Novo Registro, preenche as informações da entidade e clica em Salvar para gravar os dados no arquivo.

Fluxos alternativos:

Alterar: Para alterar o cadastro de uma Entidade o operador deverá selecionar a entidade que deseja alterar no menu lateral. Clicar na opção Editar, fazer as alterações e clicar em Alterar.

Excluir: Para excluir uma Entidade o operador deverá entrar no seu cadastro e clicar em Excluir.

The screenshot shows the user interface for the 'CADASTRO DE ENTIDADE - Milho comum' form. At the top right, the user is identified as 'usuário: Fabiane Cristina Ceruti' with a 'Sair' link. The main heading is 'Objeto da rastreabilidade: Milho comum'. The form includes a sidebar on the left with a search icon and the text 'Rastreabilidade', 'NOVO REGISTRO', 'CADASTRADOS Não há registros', and links for 'Outro tipo de entidade' and 'Alterar minha senha'. The main content area has a green header 'CADASTRO DE ENTIDADE - Milho comum' and three input fields: 'Variedade/cultivar:', 'Número de matrícula:', and 'Data de entrada:'. A 'Salvar' button is located at the bottom of the form.

Figura 12. Cadastro de entidade do software Rastreabilidade de Grãos.

2. Cadastrar Origem (Figura 13)

Pré-requisitos: Que já exista uma Entidade cadastrada e a tela de Origem já tenha sido criada.

Fluxo principal: Primeiro deverá selecionar a Entidade na qual será adicionada a origem no menu lateral, clicar no link Origem sob o nome da Entidade. Clicar na opção Cadastrar, preencher os dados da Origem e clicar em Salvar. Assim os dados da origem serão incluídos no registro da entidade a qual ela pertence.

Fluxos alternativos:

Alterar: Escolhe a Entidade no menu lateral e depois clica na Origem. Clica no link Editar, o sistema abre o modo de edição, o operador altera os dados e clica em Alterar.

The screenshot shows the user interface for the 'CADASTRO DE ORIGEM - Cadastro de origem' form. At the top right, the user is identified as 'usuário: Fabiane Cristina Ceruti' with a 'Sair' link. The main heading is 'Objeto da rastreabilidade: Trigo 1'. The sidebar on the left shows a search icon, 'Rastreabilidade', 'NOVO REGISTRO', and a tree view under 'CADASTRADOS' with 'Entidades', 'Trigo 1', 'Origem', and 'Fases'. The main content area has a green header 'CADASTRO DE ORIGEM - Cadastro de origem' and four input fields: 'Nome do Cooperado:', 'Propriedade/Fazenda:', 'Número de matrícula:', and 'Informações adicionais:'. A 'Salvar' button is located at the bottom of the form.

Figura 13. Cadastro de origem do software Rastreabilidade de Grãos.

3. Cadastrar Fase (Figura 14)

Pré-requisitos: Que já exista uma tela de fase e já exista uma entidade cadastrada.

Fluxo principal: O operador escolhe na lista uma Entidade à qual deseja adicionar a fase. Escolhe, na entidade, a fase na qual deseja cadastrar os dados. Clica na opção Cadastrar, preenche os dados da fase e clica no botão Salvar. Assim os dados da fase serão incluídos no arquivo da entidade a que ela pertence.

Fluxos alternativos:

Alterar: Escolhe primeiro a entidade e depois clica na fase que deseja alterar. Clica na opção Editar, o sistema abre o modo de edição, o operador altera os dados e clica em Alterar.



Figura 14. Cadastro de fase do software Rastreabilidade de Grãos.

4. Cadastrar Processo (Figura 15)

Pré-requisitos: Já deve existir ao menos uma tela de processo e já ter sido cadastrada uma entidade.

Fluxo principal: O operador seleciona a Entidade e em seguida a Fase em que deseja adicionar o processo. No menu lateral, sob a fase, clica no link Processos, seleciona o processo que deseja cadastrar. Preenche os dados do processo e clica em Salvar.

Fluxos alternativos:

Alterar: Para alterar o processo o operador deverá escolher a Entidade e em seguida a Fase do processo no menu lateral. Clicar sobre o processo desejado, clicar no link Editar, fazer as alterações e clicar em Alterar.

Excluir: Para alterar o processo o operador deverá escolher a Entidade e em seguida a Fase do processo no menu lateral. Clicar sobre o processo desejado e clicar na opção Excluir.

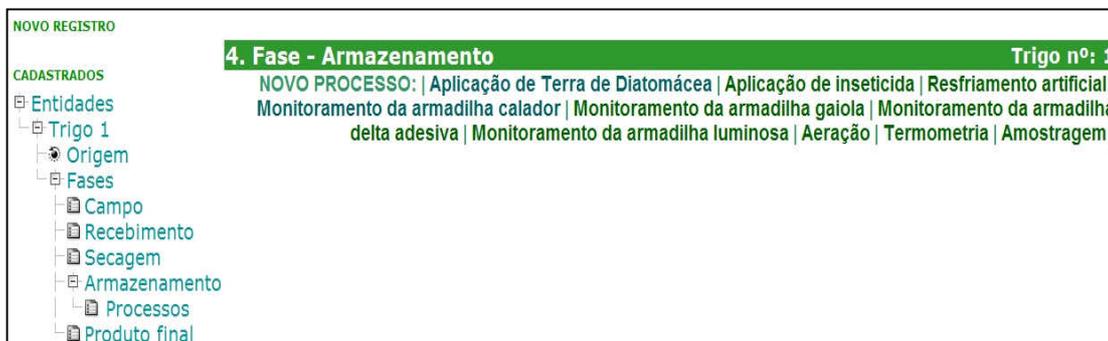


Figura 15. Cadastro de processo do software Rastreabilidade de Grãos.

5. Agrupar Entidades (Figura 16)

Pré-requisitos: Que existam entidades já cadastradas.

Fluxo principal: O operador deverá criar um registro da nova entidade (clica em Entidade, na opção Novo Registro e cadastra os campos dessa nova entidade) que será originada do agrupamento de outras entidades. Após criar o registro da nova entidade o operador clica no link Agrupar. O sistema irá trazer um menu com todas as entidades que podem ser agrupadas. O operador irá selecionar as entidades que compõe este agrupamento e clicar em agrupar.

A partir daí a origem desta nova entidade será chamada de “Agrupamento”, e conterà links para os registros das entidades que a geraram. As entidades agrupadas passarão para um status de Inativas, não podendo mais sofrer exclusão, além disso receberão uma nova fase, chamada “Agrupamento”, com um link para a nova entidade.



Figura 16. Agrupamento de entidades do software Rastreabilidade de Grãos.

6. Desagrupar Entidades (Figura 17)

Pré-requisitos: Que existam entidades já cadastradas.

Fluxo principal: O operador escolhe a entidade que deseja desagrupar, no menu lateral. Clica no link Desagrupar, preenche os dados referentes ao desagrupamento e clica na opção Desagrupar.

O sistema colocará a entidade em um estado de Inativa. Incluirá em seu registro uma fase chamada “Agrupamento”, com links para as novas entidades geradas, e não mais permitirá sua exclusão. Serão então geradas novas entidades, originadas do agrupamento, cuja Origem será chamada de “Agrupamento” e conterá um link para a entidade original.



Figura 17. Desagrupamento de entidades do software Rastreabilidade de Grãos.

7. Exibir Relatório Completo (Figura 18)

O operador escolhe a entidade desejada e clica na opção Relatório completo, o sistema apresentará o relatório com todos os dados referentes àquela entidade.



Figura 18. Opção do relatório completo das entidades do software Rastreabilidade de Grãos.

3.3. Link de Insetos (Figura 19)

A criação do link de insetos para o software RG é uma ferramenta de fundamental importância para auxiliar na identificação das principais pragas de produtos armazenados (Anexo 3). Além de ser um acessório do sistema, o link com as descrições e imagens das principais espécies de insetos-praga de produtos armazenados, é também um material educacional que pode ser utilizado em cursos de treinamento de operadores de unidades de armazenamento, cursos técnicos e de ensino de terceiro grau.

CADASTRO DE PROCESSO - Monitoramento da armadilha luminosa		Trigo nº: 1
Data:	<input type="text"/>	
Número da armadilha:	<input type="text"/>	
Insetos:	<input type="text"/>	Insetos Quantidade: <input type="text"/>
Umidade do grão:	<input type="text"/>	
Sitophilus oryzae:	<input type="text"/>	
Sitophilus zeamais:	<input type="text"/>	
Rhyzopertha dominica:	<input type="text"/>	
Cryptolestes ferrugineus:	<input type="text"/>	
Gnatocerus cornutus:	<input type="text"/>	
Oryzaephilus surinamensis:	<input type="text"/>	
Tribolium castaneum:	<input type="text"/>	
Carpophilus sp.:	<input type="text"/>	
Cadra cautella:	<input type="text"/>	
Sitotroga cerealella:	<input type="text"/>	
Plodia interpunctella:	<input type="text"/>	

Figura 19. Link de insetos de pragas de produtos armazenados do software Rastreabilidade de Grãos.

Como uma proposta para trabalhos futuros, sugere-se promover a ampliação desse sistema, enfatizando o aumento da segurança de dados e a capacidade de armazenamento destes, a criação de sistemas de geração de gráficos e a união desse sistema com os convencionalmente utilizados nas cooperativas, pois diversos dados não precisariam ser digitados novamente. Testes deverão ser feitos em diversas cooperativas para refinar e validar o software para obtenção de patente e distribuição para os usuários do setor.

4. CONCLUSÃO

O software Rastreabilidade de Grãos é uma ferramenta essencial para o registro e recuperação de informações necessárias para o processo de rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de grãos, particularmente na etapa de armazenamento.

A interface administrador-operador deve ocorrer ao longo de todo o processo para que o software apresente as características técnicas inerentes a uma ferramenta de bioinformática.

A modelagem feita antes de se desenvolver o sistema, utilizando-se casos de uso e o levantamento de dados nas cooperativas, são de extrema importância para definir os elementos para a criação do software.

O software RG é amigável porque as telas criadas pelo administrador facilitam seu uso pelo operador, sendo que este precisa apenas preencher os campos já criados.

O sistema sendo customizável permite ao administrador criar telas de acordo com a sua necessidade ou da empresa, sendo flexível para utilização em diversos produtos.

O link cadastro de pragas permite que novas imagens e descrições de insetos e danos sejam inseridas no software RG.

O link com as descrições e imagens dos insetos é uma ferramenta para a identificação das principais pragas de grãos e produtos armazenados capturadas no processo de monitoramento. Também, pode ser utilizado como uma ferramenta educacional e, a partir dos nomes das espécies, pode-se ampliar a busca na internet para informações mais completas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro Neto, M.; Silva, L. M.; Pinto, P. A. 2002. Designing internet dynamic presences in low tech rural environments: a case study, p. 697-703. In: World congress on computers in agriculture and natural resources 1, Foz do Iguaçu – PR.
- Figueira, A. S. & Zambalde, A. L. 2003. Estrutura de tecnologia da informação adotada por produtores e cooperativas da cadeia produtiva de leite. Revista Brasileira de Agroinformática 5: 1-12.
- Flinn, P. W.; Opit, G. P.; Throne, J. E. 2006. Integrating the stored grain advisor pro expert system with an automated an electronic grain probe trapping system, p. 408-413. In: 9th International Working Conference on Stored Product Protection, Campinas-SP, 1359 p.
- Machado, R. T. M. 1998. Tecnologia da informação e competitividade em sistemas agroindustriais: um estudo exploratório. Revista Brasileira de Agroinformática 1: 66-76.
- Oliveira, A. C. M. C. 1996. Tecnologia de informação: competitividade e políticas públicas. Revista de Administração de Empresas 36: 34-43.
- Pallet, D. 2003. Gestão da qualidade e segurança dos alimentos: Considerações sobre a rastreabilidade de alimentos. In: Reunião técnica sobre a rastreabilidade de alimentos. Cascavel – PR.
- Porter, M. E. & Millar, V. E. 1985. How information gives you competitive advantage? Harvard Business Review 63: 149-160.

- Rodrigues, D. M. & Silva, L. 2006. Aplicações da tecnologia da informação na rastreabilidade. In: II Conferência Internacional sobre Rastreabilidade de Produtos Agropecuários. Brasília – DF.
- Shuman, D.; Weaver, D. K.; Larson, R. G. 2005. Performance of an analytical, dual infrared-beam, stored-product insect monitoring system. *Journal of Economic Entomology* 98: 1723-1732.
- Wilson, T. P. & Clarke, W. R. 1998. Food safety and traceability in the agricultural supply chain: using the Internet to deliver traceability. *Supply Chain Management* 3: 127-133.
- Zuboff, S. 1994. Automatizar/ informatizar: as duas faces da tecnologia inteligente. *Revista de Administração de Empresas* 34: 80-91.

ANEXOS

1. CD Software Rastreabilidade de Grãos

2. Guia de Instalação e Utilização do Software **Rastreabilidade de Grãos**

3. Link Identificação de Insetos de Grãos Armazenados do **Software Rastreabilidade de Grãos**

CD Software Rastreabilidade de Grãos

Guia de Instalação e Utilização do Software
Rastreabilidade de Grãos



Instalação do software

Introdução

O CD **Software Rastreabilidade de Grãos (RG)** inclui os seguintes arquivos:

- 1 pasta Instalação com arquivo wamp5, Httpd.conf e php;
- 1 pasta Rastreabilidade com todas as pastas e arquivos do software Rastreabilidade de Grãos;
- 1 manual com instruções para a instalação e utilização do software.

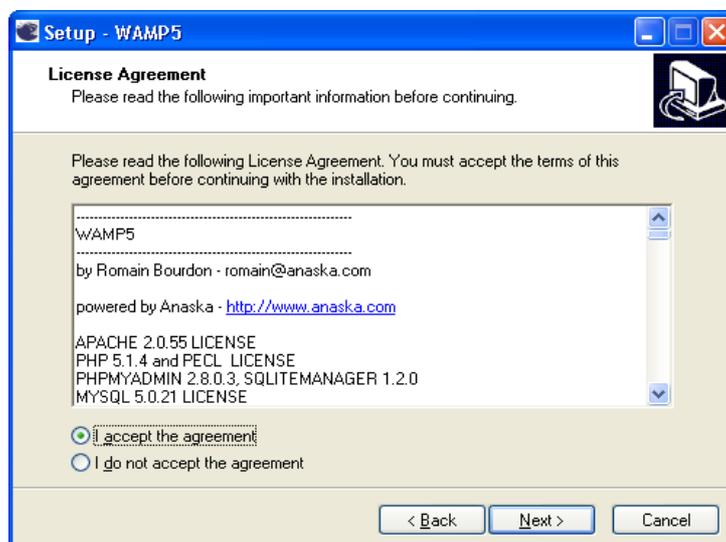
Requisitos do software RG

- Windows 98 ou superior;
- Internet Explorer 5.0 ou versão superior;
- Processador Pentium 500Mhz ou equivalente, 128 mb de memória.

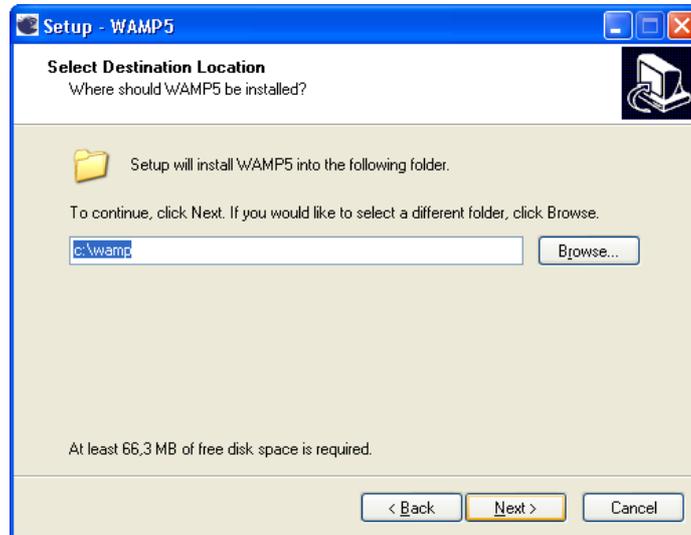
Instalando o software RG

Para instalar o software **RG** insira, no drive, o CD que acompanha a tese e siga os passos abaixo:

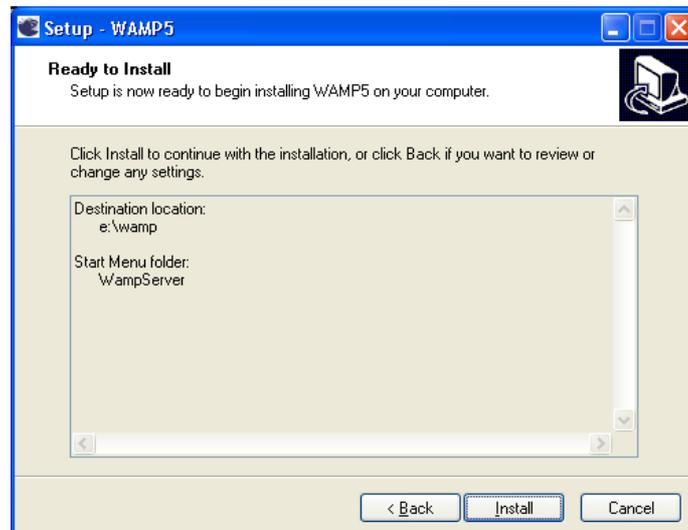
- 1) Entre no Windows Explorer,
- 2) Selecione o drive D (ou o drive onde se encontra o seu CD),
- 3) Para a instalação do servidor Apache: dê dois cliques no arquivo wamp5.exe contido na pasta Instalação. A tela de instalação será aberta, clique em Next. A tela seguinte será como a tela abaixo, selecione a opção "I accept the agreement" e clique em Next novamente.



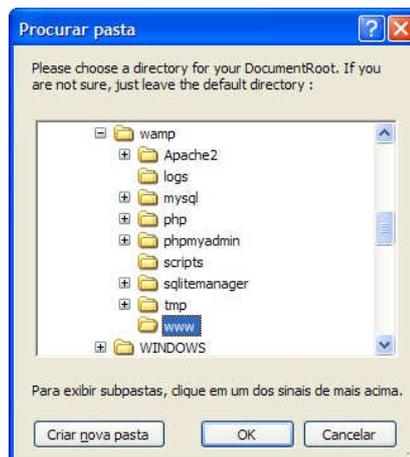
Na tela seguinte irá aparecer o caminho onde será instalado o servidor, mantenha o caminho padrão: “c:\wamp” e clique em Next novamente.



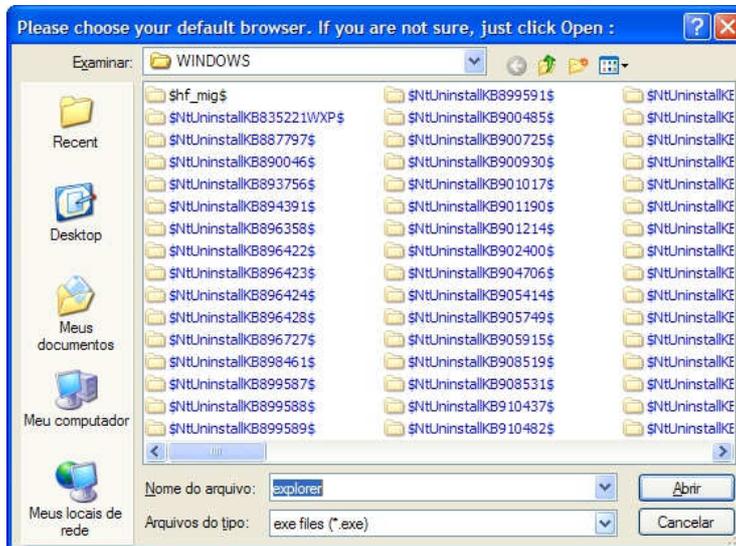
Siga clicando em Next em todas as páginas seguintes até chegar na tela abaixo, então clique em Install.



Ao surgir a tela abaixo clique em OK (Diretório onde os arquivos mestres serão gravados).



Ao surgir uma tela semelhante a abaixo (Seleção do Browser a ser utilizado) clique em Abriu (nesse caso irá selecionar o Internet Explorer como Browser).



Ao final da instalação irá surgir a seguinte tela:



Nesse momento desmarque a opção “Launch WAMP5 now” e clique em Finish.



4) A pasta de instalação do software **RG** contém os arquivos de configuração do servidor com as configurações ideais para o funcionamento do sistema.

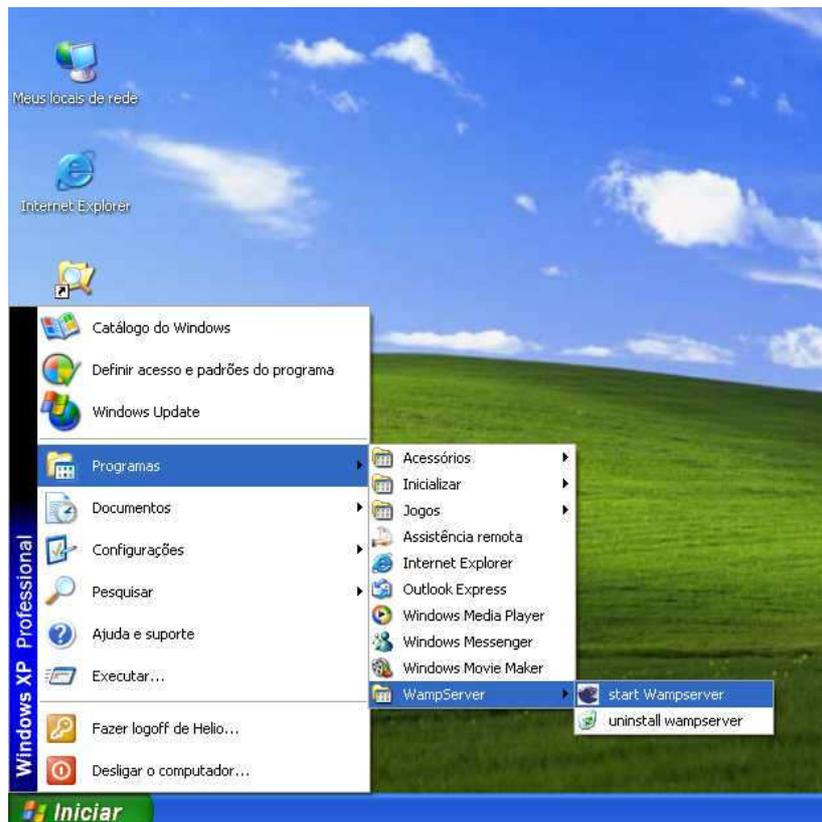
Siga os passos abaixo para substituir alguns arquivos criados durante a instalação.

a) Copie o arquivo “Httpd.conf” contido na pasta “Instalação” para a pasta “C:\wamp\Apache2\conf”, substituindo o arquivo existente.

b) Copie o arquivo “PHP.ini” contido na pasta “Instalação” para a pasta “C:\wamp\Apache2\bin”, substituindo o arquivo existente.

c) Instale o software **RG**. Para isso, copie a pasta Rastreabilidade, contida no CD para o seguinte diretório “C:\wamp\www”.

5) Inicie o servidor Apache. Para isso entre no menu do Windows “Iniciar/Programas/WampServer” e clique no ícone “start WampServer”



O seguinte ícone aparecerá na barra de tarefas, no canto inferior direito da tela.



Obs.: Outros ícones poderão surgir na barra de tarefas se no computador houver *firewall* (segurança) instalado.



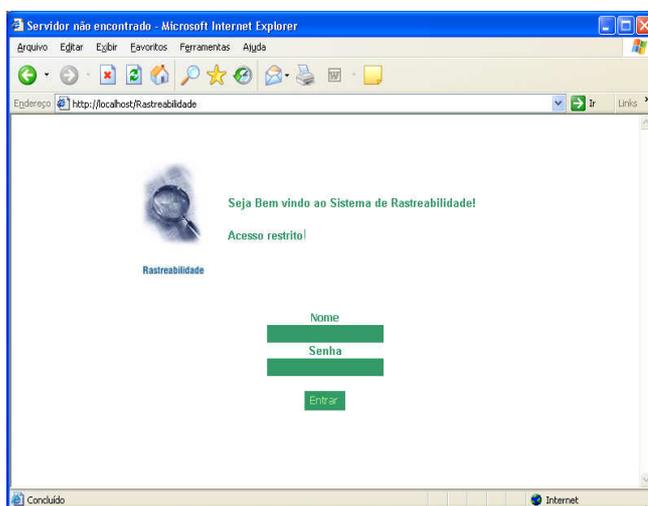
Atenção:

Se o sistema operacional usado for Windows 98 o WampServer não será iniciado automaticamente.

Para iniciar manualmente o servidor entre no diretório “C:\wamp\Apache2\bin” e dê dois cliques no arquivo “Apache.exe”. Será aberta uma tela preta semelhante a do MSDOS que deverá ser mantida aberta durante todo o tempo de uso do software **RG**.

6) Abra o navegador da Internet e digite o seguinte endereço: <http://localhost/Rastreabilidade>

A tela abaixo deverá ser aberta:



Pronto! Agora para utilizar o software **RG**, leia o manual de utilização a seguir.

Utilização do software

Introdução

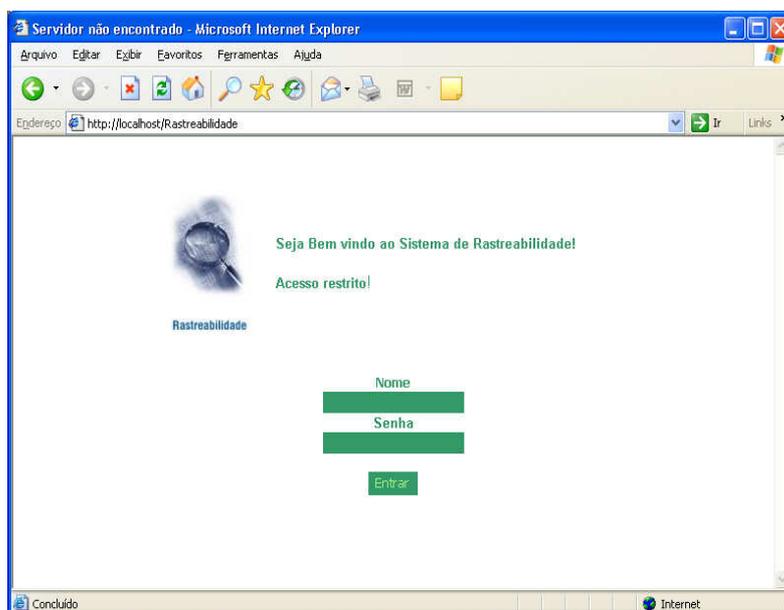
O software **Rastreabilidade de Grãos (RG)** já contém as telas e registros dos dados dos experimentos da tese e poderá ser utilizado tanto pelo administrador quanto pelo usuário de acordo com o login e senha (providos para os Membros da Banca Examinadora) inseridos na tela inicial do software (para entrar como **administrador**: login – administrador, senha – 123; para entrar como **usuário**: login – usuario, senha – 456).

É importante lembrar que o administrador cria as telas do sistema (entidade, origem, fase, processo) e o usuário apenas registra ou consulta os dados de acordo com a entidade que está trabalhando.

Para inicializar o sistema siga os passos 5 e 6 do guia de instalação.

Instruções de utilização do software RG para o administrador

O administrador do sistema abre a tela inicial do software, conforme a tela abaixo, e digita seu login e senha.



Criando os Campos

O administrador deve começar cadastrando os campos que ele utilizará para a criação das telas. Preenche os campos do formulário Cadastro de Campos, conforme a tela abaixo, e clica no botão Salvar para gravar o campo no arquivo de campos do sistema.

Montagem

Entidade
Origem
Fase
Processo
Campos
Cadastro de pragas

Outros

Cadastrar Usuário
Alterar minha senha
Página principal

Cadastro de Campos

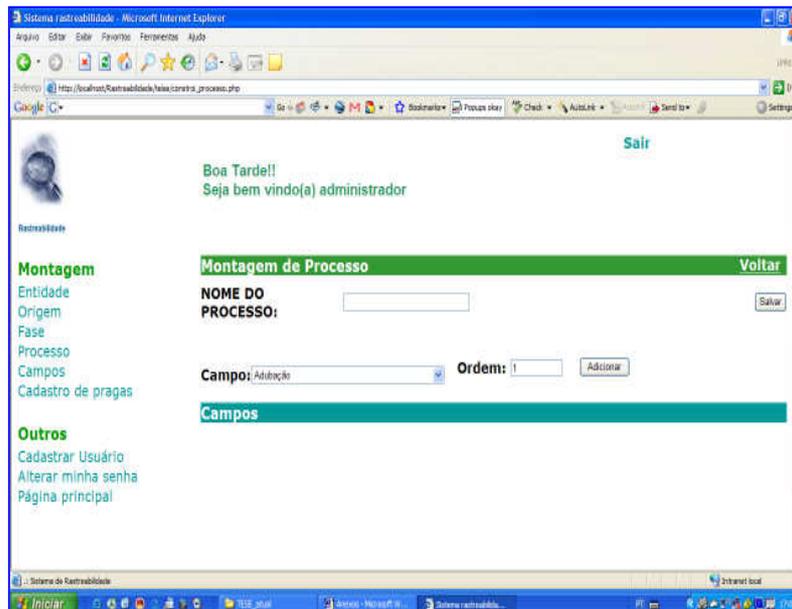
Nome:
Tipo HTML:
Valor Default:

Lista de campos

	Nome	Tipo de html	Valor Default	
1.	Adubação	text		Apagar
2.	Aeração	text		Apagar
4.	Alimentação	text		Apagar
6.	Análise de solo	text		Apagar
7.	Análises	text		Apagar
8.	Ardidos	text		Apagar

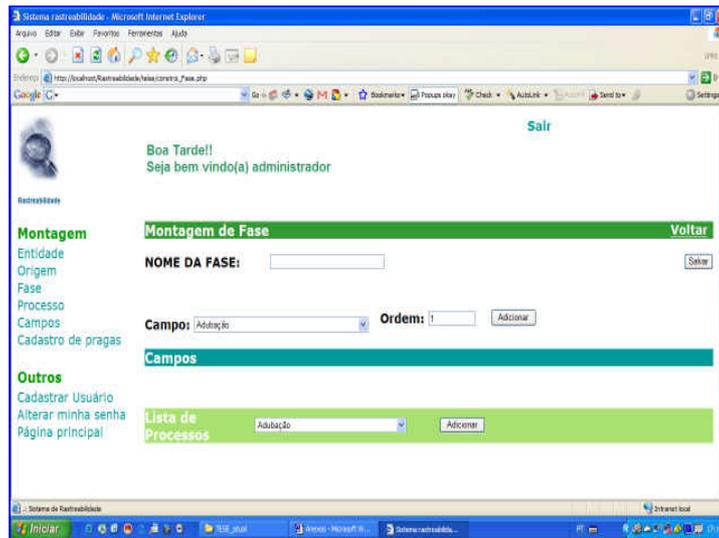
Criando os Processos

Após o cadastro de campos, o administrador cria a tela de processos. Entra na tela Cadastro de Processo, escreve o nome do processo, adiciona os campos que deverão fazer parte da tela e clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de processos, conforme a tela abaixo:



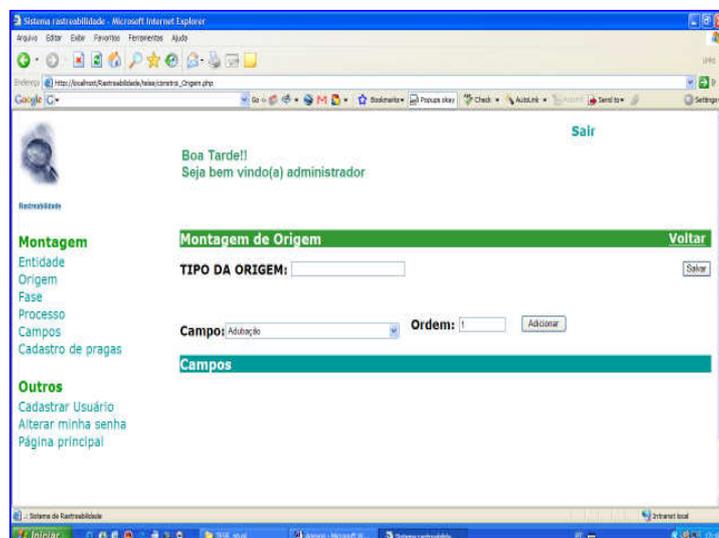
Criando as Fases

O administrador entra na tela Cadastro de Fase, escreve o nome da fase, adiciona os campos que deverão fazer parte da tela e a lista de processos que poderão ocorrer nesta fase. Clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de fase, conforme a tela abaixo:



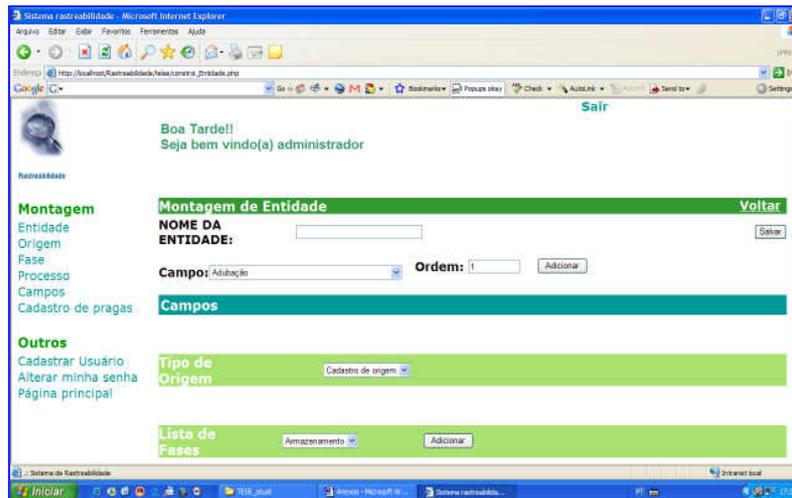
Montagem da Origem

Para a montagem da tela de origem, o administrador entra na tela Cadastro de Tipo de Origem, conforme a tela abaixo. Escreve o nome da origem e adiciona os campos que deverão fazer parte da tela, clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de origem no arquivo de telas do sistema.



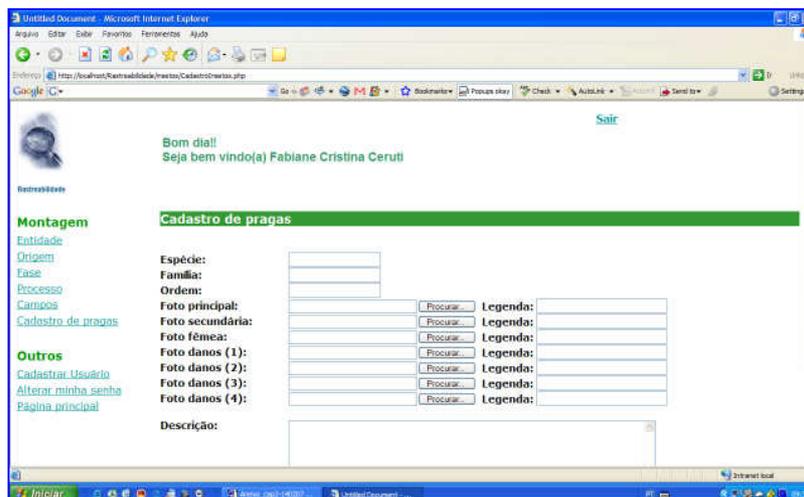
Montagem da Entidade

Para a montagem de entidade, o administrador entra na tela Cadastro de Entidade, conforme a tela abaixo. Escreve o nome da entidade, adiciona os campos que deverão fazer parte da tela, seleciona um tipo de origem e a lista de fases que farão parte do histórico da entidade. Clica no botão Salvar para gravar as informações da tela de entidade no arquivo de telas do sistema.



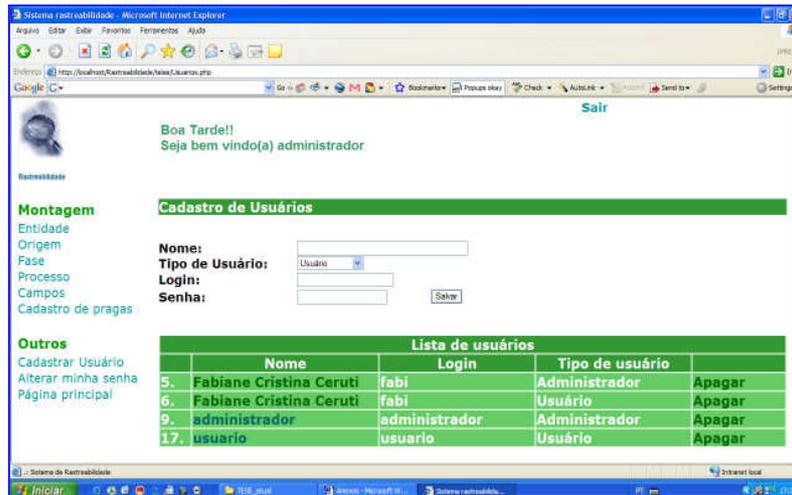
Cadastro de Pragas

O administrador abre a tela Cadastro de Pragas e digita o nome da espécie, família, ordem do inseto, conforme a tela abaixo. Ele pode inserir as fotos dos insetos e dos seus danos de arquivos externos e fazer uma descrição da espécie.



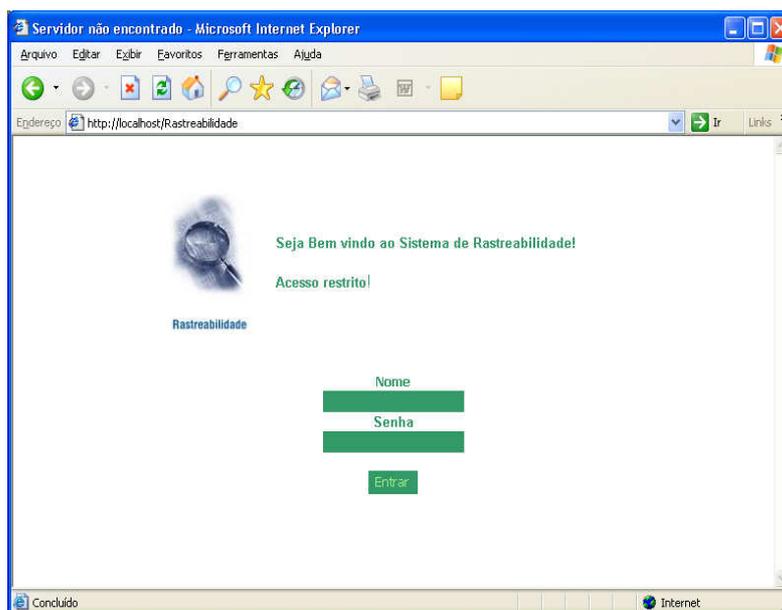
Cadastro de Usuários

O administrador é o responsável pelo cadastro de usuários que utilizarão o sistema. Abre a tela Cadastro de Usuário, preenche os campos do formulário e clica no botão Salvar. Na mesma tela do Cadastro de Usuário aparecerá a lista de usuários já cadastrados, conforme a tela abaixo.



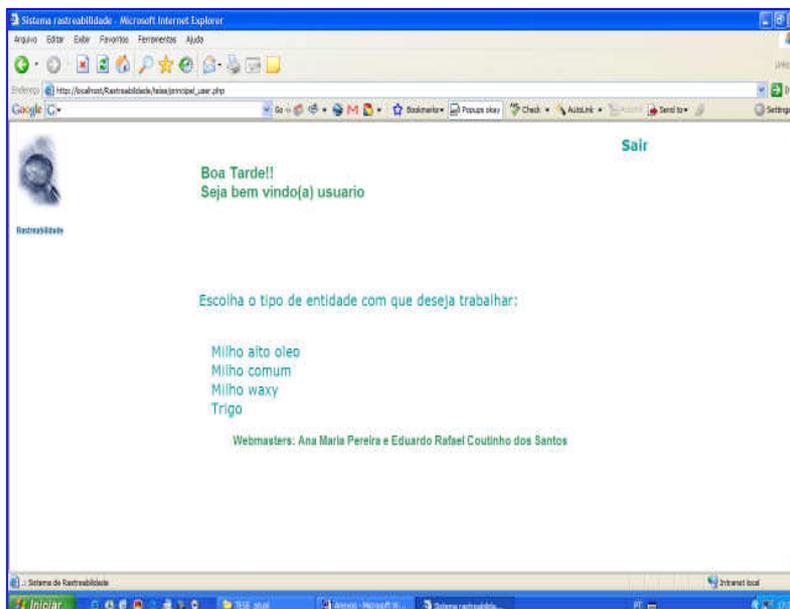
Instruções de utilização do software RG para o usuário

O usuário do sistema abre a tela inicial do software, conforme a tela abaixo, e digita seu login e senha.

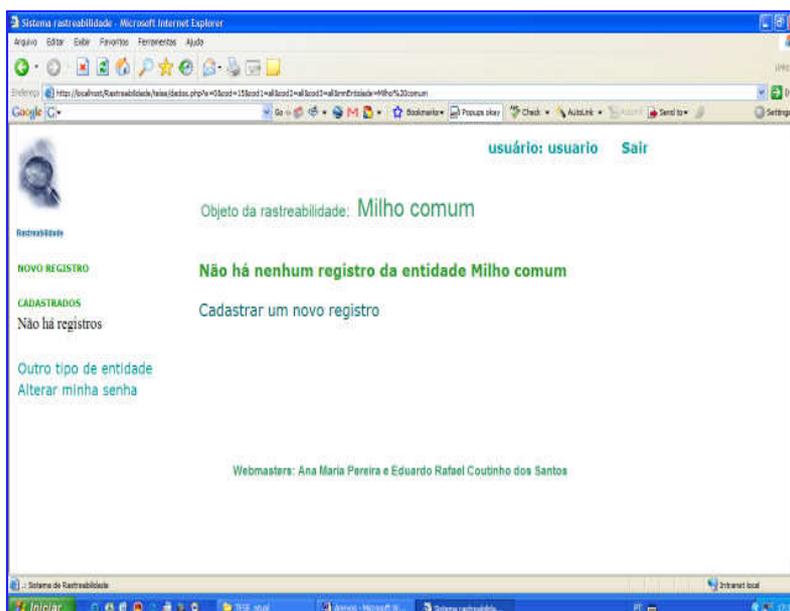


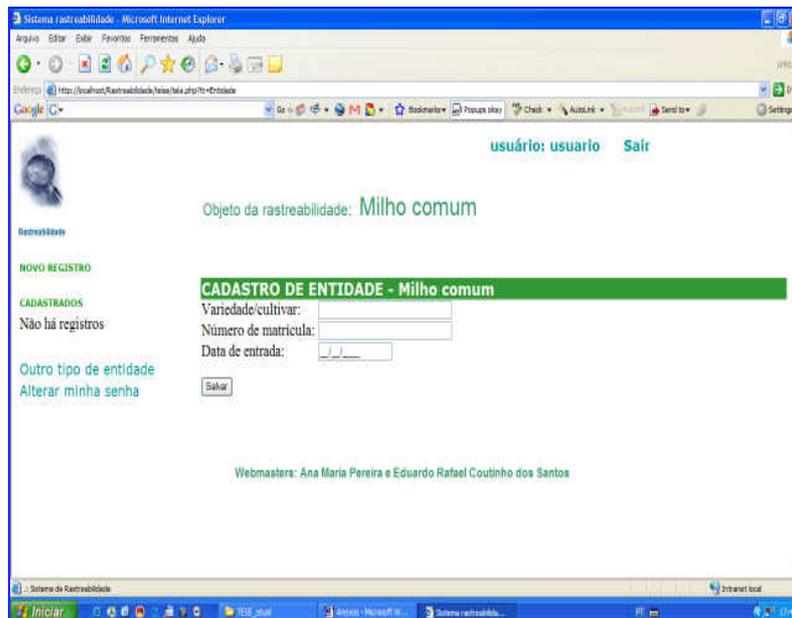
Registrando os dados

O usuário escolhe o tipo de entidade que deseja trabalhar, conforme a tela abaixo.



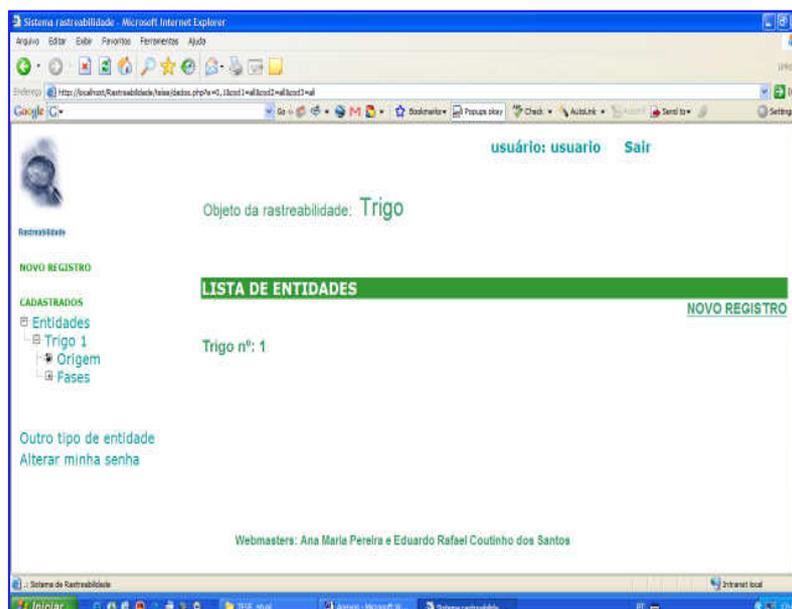
Clica na opção Novo Registro, preenche as informações da entidade e clica em Salvar para gravar os dados no arquivo.

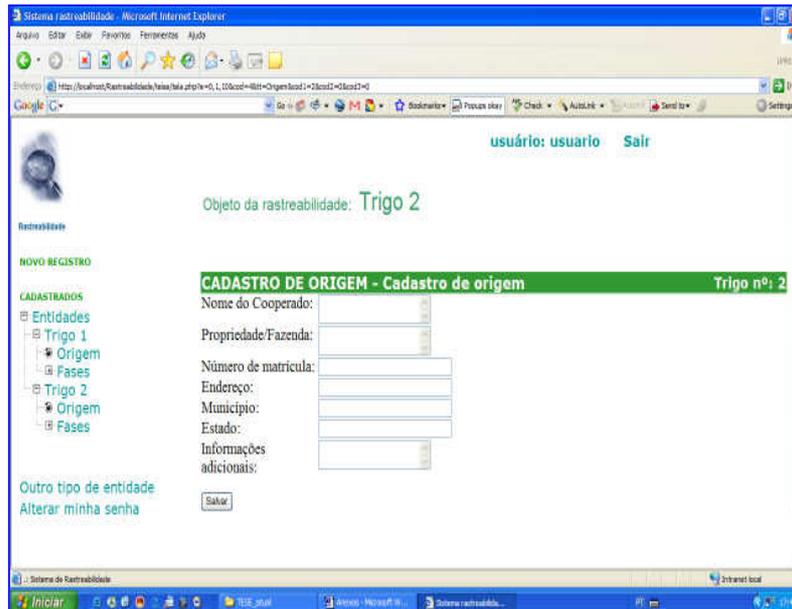




Cadastrando a Origem

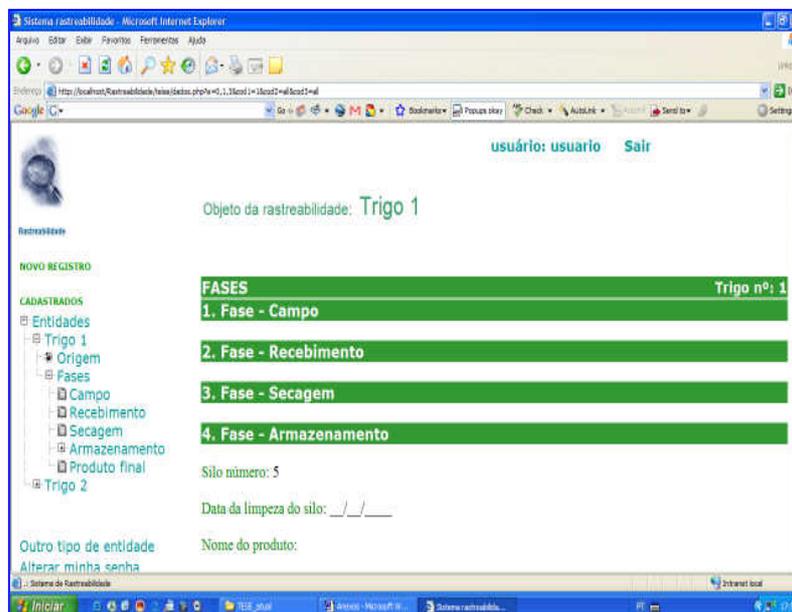
Primeiro o usuário deverá selecionar a Entidade na qual será adicionada a origem no menu lateral, conforme a tela abaixo, clica no link Origem sob o nome da Entidade. Clica na opção Cadastrar, preenche os dados de origem e clica em Salvar. Assim os dados da origem serão incluídos no registro da Entidade a que ela pertence.

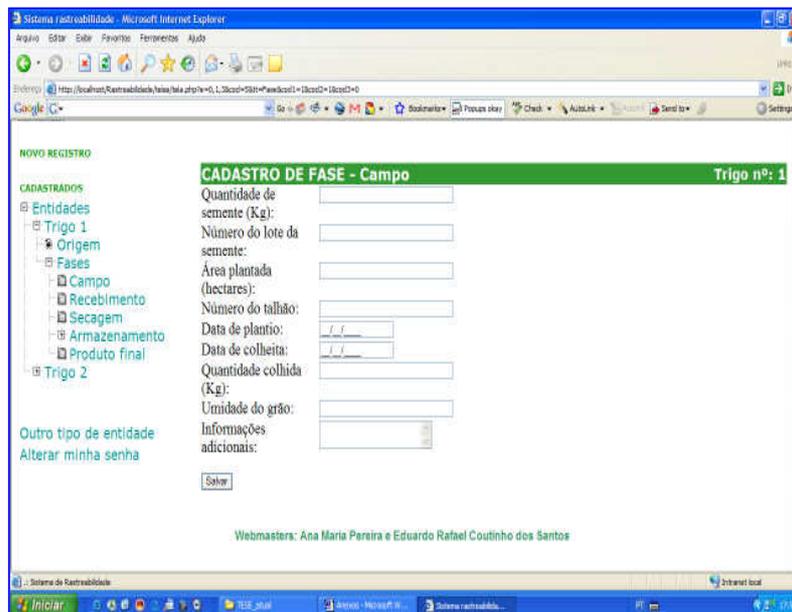




Cadastrando as Fases

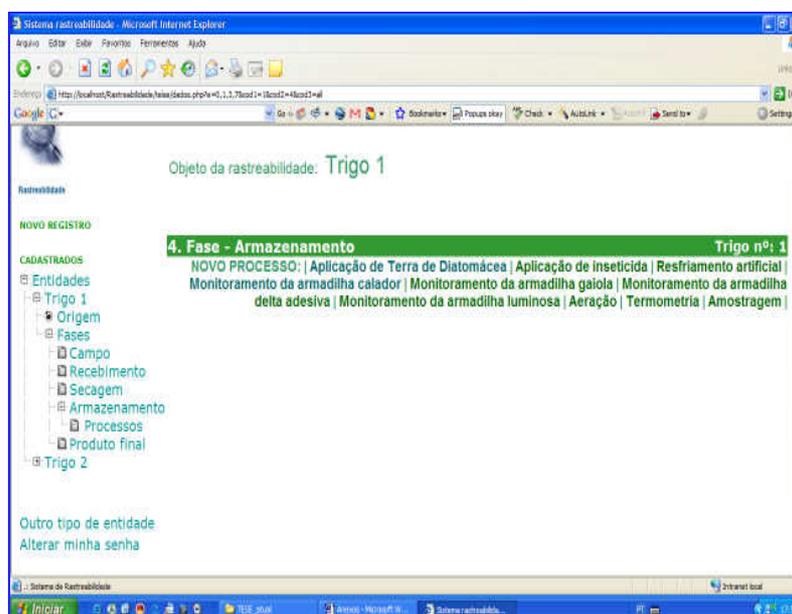
O usuário escolhe na Entidade a fase na qual deseja cadastrar os dados, conforme a tela abaixo. Clica na opção Cadastrar, preenche os dados da fase e clica no botão Salvar. Assim os dados da fase serão incluídos no arquivo da entidade a que ela pertence.





Cadastrando os Processos

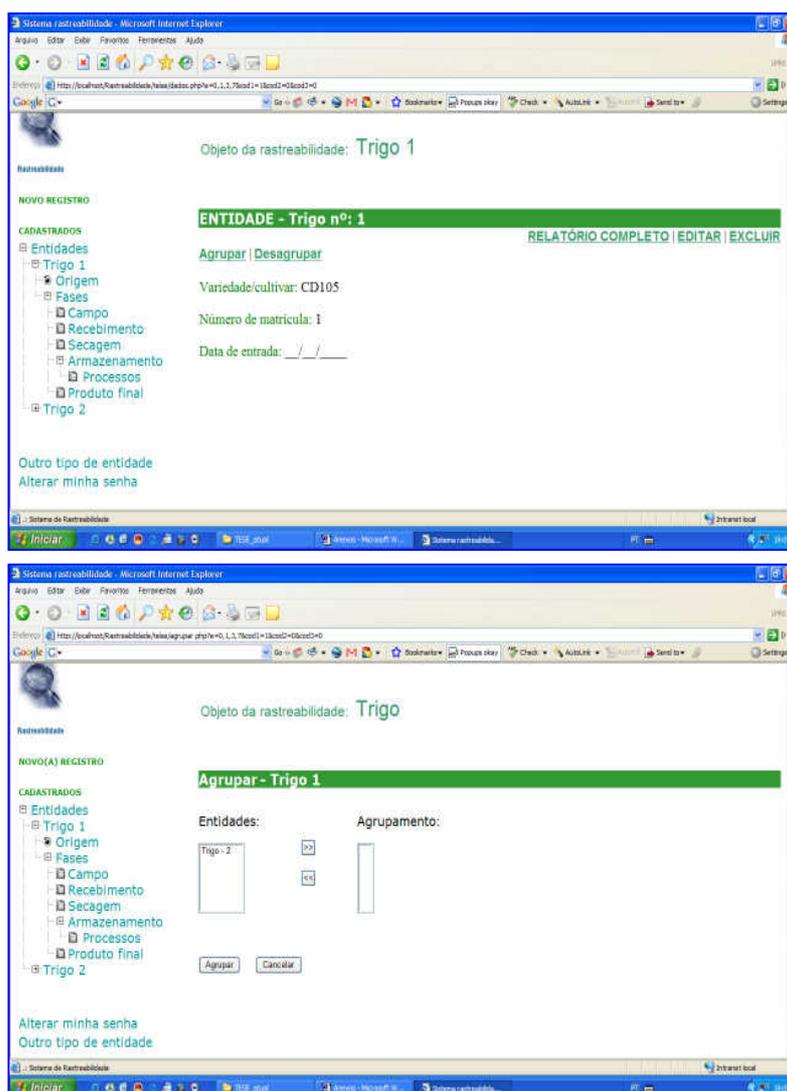
O usuário seleciona a Entidade e em seguida a Fase em que deseja registrar o processo. No menu lateral, sob a fase, clica no link Processos e seleciona o processo que deseja cadastrar, conforme a tela abaixo. Preenche os dados do Processo e clica em Salvar.

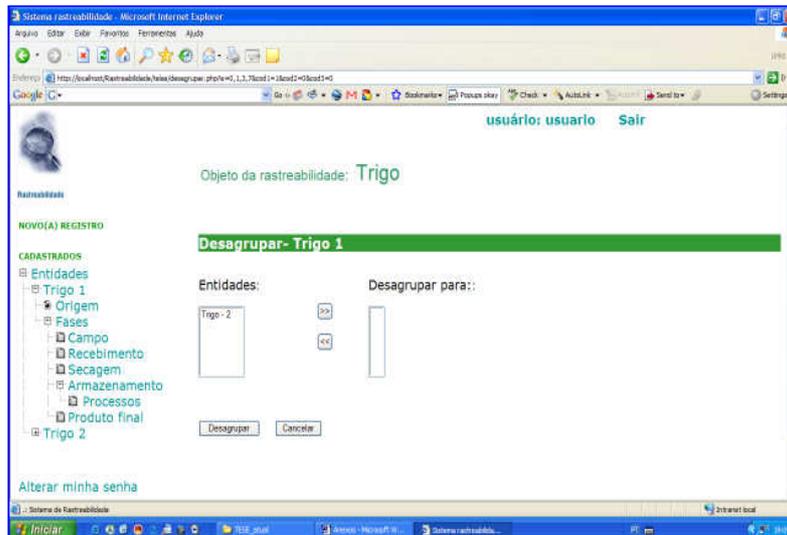


Agrupando e Desagrupando Entidades

Para agrupar o usuário deverá criar um registro da nova entidade (clica em Entidade, na opção Novo Registro e cadastra os campos dessa nova entidade) que será originada do agrupamento de outras entidades. Após criar o registro da nova entidade o usuário clica no botão Agrupar, conforme tela abaixo. O sistema irá trazer um menu com todas as entidades que podem ser agrupadas. O usuário irá selecionar as entidades que compõe este agrupamento e clica em Agrupar).

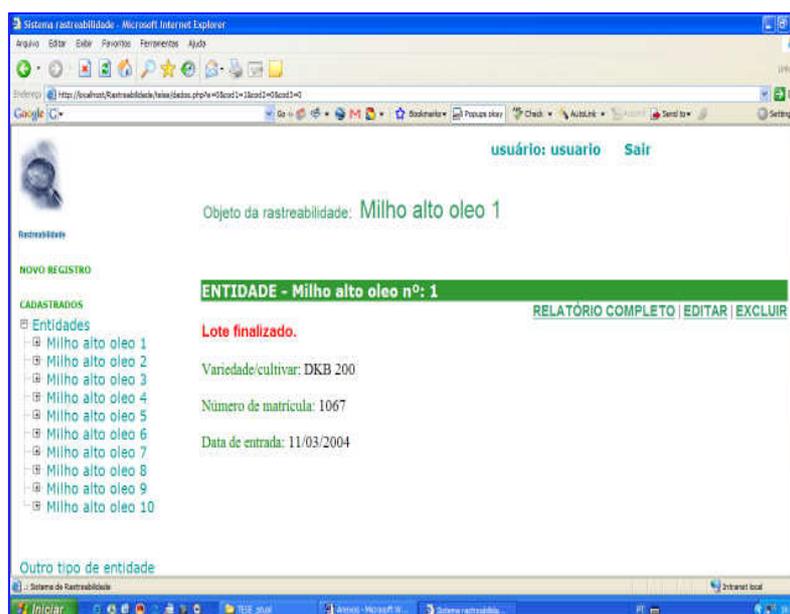
Para desagrupar o usuário escolhe a entidade que deseja desagrupar no menu lateral. Clica no botão Desagrupar, preenche os dados referentes ao desagrupamento e clica no botão Desagrupar, conforme tela abaixo.





Consultando o Histórico de uma entidade

O usuário abre a lista de Entidades e clica sobre uma entidade cadastrada. Clica em Relatório Completo, conforme a tela abaixo e o sistema mostra a tabela com o histórico do item.



Link Identificação de Insetos de Grãos Armazenados do
Software Rastreabilidade de Grãos

Apresentação:

Este material é um acessório do Software Rastreabilidade de Grãos para ser utilizado como uma ferramenta para a identificação das principais pragas de grãos armazenados. Pode servir também como uma ferramenta educacional para treinamento de operadores de unidades de armazenamento de grãos e em cursos de Entomologia Agrícola. O software será incluído posteriormente na página do Programa de Pós-graduação em Entomologia da UFPR para acesso pelo público e deverá ser citado como:

Ceruti, F.C.; S.M.N. Lazzari & F.A. Lazzari. 2007. Identificação de Insetos de Grãos Armazenados do Software Rastreabilidade de Grãos. http://www.zoo.bio.ufpr.br/pgento/insetos_de_graos.html

As imagens dos insetos e dos danos são de autoria de Fabiane Ceruti e/ou Alexandre Domahovski e deve-se obrigatoriamente citar os autores quando forem utilizadas.

O material inclui uma breve introdução sobre a classificação das principais espécies de insetos-praga presentes em armazéns de grãos no Brasil. Em seguida, são apresentadas imagens originais das espécies com o nome científico, colocadas lado a lado para permitir uma identificação rápida. Após, são apresentadas as famílias dos insetos, em ordem alfabética, dentro das ordens. Para cada espécie são apresentados: o nome científico e comum; a imagem do inseto; uma diagnose baseada em caracteres morfológicos facilmente visualizados com uma lupa de 20x; alguns dados biológicos mais relevantes; e uma descrição sucinta dos danos e principais produtos atacados pela espécie em questão.

As informações foram compiladas e adaptadas de:

Lorini, I. 2001. Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 80 p.

Mound, L. 1989. Common Insect Pests of Stored Food Products: A Guide to their Identification. British Museum, 7th edition, Economic Series n°15, 68 p.

Pacheco, I. A. & Paula, D. C. 1995. Insetos de Grãos Armazenados: Identificação e Biologia. Fundação Cargill, Campinas, SP, 229 p.

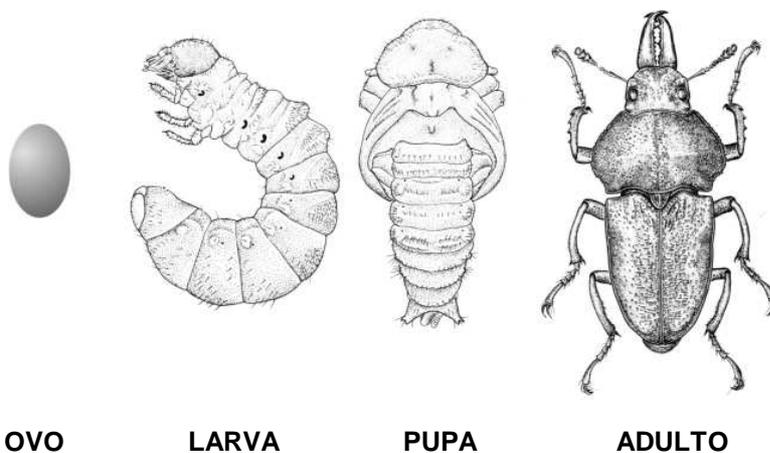
PRINCIPAIS ESPÉCIES DE INSETOS DE GRÃOS ARMAZENADOS

As principais espécies de insetos-praga de grãos armazenados pertencem às ordens Coleoptera (besouros, carunchos e gorgulhos) e Lepidoptera (traças de grãos). Há ainda umas poucas espécies de Psocoptera (psocópteros ou piolhos de grãos) que infestam com frequência grãos e outros produtos armazenados. No ambiente de armazenamento podem ocorrer ainda outros insetos associados, como parasitóides da ordem Hymenoptera (vespinhas) e predadores das ordens Hemiptera e Diptera, que atuam como agentes de controle biológico das pragas (não tratados aqui). Além dos insetos, os ácaros (Acarina), roedores e aves aparecem como pragas de grãos, sementes e outros produtos armazenados (não tratados aqui).

Os insetos que atacam os grãos e produtos armazenados (besouros e lepidópteros) possuem desenvolvimento completo, isto é, ovo-larva-pupa-adulto. Nos besouros tanto as larvas como os adultos podem danificar e alimentar-se do grão ou de fungos presentes no material armazenado. Os lepidópteros adultos não se alimentam, somente as larvas são o estágio daninho. Os psocópteros tem metamorfose incompleta (hemimetábolos) e tanto as ninfas como os adultos podem alimentar-se dos resíduos dos grãos.

Ordem Coleoptera
Ordem Lepidoptera

{ HOLOMETÁBOLOS



De acordo com o hábito alimentar e o padrão de alimentação, os insetos que infestam grãos armazenados podem ser classificados como pragas primárias e secundárias, ressaltando que muitos autores usam apenas a indicação de pragas internas ou externas; sendo aqui apresentado o seguinte sistema:

Pragas primárias ou Pragas internas: são aquelas que rompem a película do grão íntegro e sadio, e nele penetram para completar seu desenvolvimento, alimentando-se do endosperma e/ou do embrião. Além de provocarem danos diretos elevados, favorecem a entrada e instalação de outros insetos e microorganismos que causam a deterioração do grão. Exemplos dessas pragas são as espécies de coleópteros *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Curculionidae), *S. zeamais* Motschulsky, 1855 (Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Bostrichidae) e do lepidóptero *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Gelechiidae).

Pragas secundárias ou Pragas externas: são aquelas que não conseguem romper a película do grão íntegro. Requerem que o grão esteja danificado ou quebrado para dele se alimentar. Essas pragas ocorrem na massa de grãos quando estes estão trincados, quebrados ou mesmo danificados por pragas primárias ou por danos mecânicos; multiplicam-se rapidamente e causam prejuízos elevados. Como exemplo, citam-se as espécies de coleópteros *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Cucujidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Silvanidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Tenebrionidae). A larva da traça-dos-cereais, *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Pyralidae), pode danificar parcialmente a casca do grão e, posteriormente, alimentar-se da parte interna sem, no entanto, se desenvolver no interior do mesmo.

Pragas associadas: não atacam o grão propriamente, mas estão presentes no ambiente de armazenamento, causando contaminação da massa de grãos. Cita-se como exemplo, os psocópteros.

IMAGENS DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES

Coleoptera



Lasioderma serricornis
(Fabricius, 1792)
(Anobiidae)



Rhyzopertha dominica
(Fabricius, 1792)
(Bostrichidae)



Acanthoscelides obtectus
(Say, 1831)
(Bruchinae)



Zabrotes subfasciatus
Boheman, 1833
(Bruchinae)



Cryptolestes ferrugineus
(Stephens, 1831)
(Cucujidae)



Sitophilus oryzae
(Linnaeus, 1763) e
Sitophilus zeamais
Motschulsky, 1855
(Curculionidae)



Carpophilus sp.
(Nitidulidae)



Ptinidae



Oryzaephilus surinamensis
(Linnaeus, 1758)
(Silvanidae)



Gnathocerus cornutus
(Fabricius, 1798)
(Tenebrionidae)



Tribolium castaneum
(Herbst, 1797)
(Tenebrionidae)

Lepidoptera



Sitotroga cerealella
(Olivier, 1819)
(Gelechiidae)



Anagasta kuehniella
(Zeller, 1879)
(Pyralidae)



Cadra cautella
(Walker, 1863)
(Pyralidae)



Corcyra cephalonica
(Staiton, 1866)
(Pyralidae)



Plodia interpunctella
(Hübner, 1813)
(Pyralidae)



Pyralis farinalis
(Linnaeus, 1758)
(Pyralidae)

Psocoptera



Liposcelis sp.
(Liposcelidae)

Ordem Coleoptera

Família Anobiidae

Lasioderma serricorne (Fabricius, 1792): besourinho-do-fumo



Características: É um caruncho pequeno de 2 a 2,5 mm de comprimento. A cabeça apresenta-se parcialmente coberta pelo protórax, com antenas serrilhadas a partir do quarto artículo. Os élitros cobrem totalmente o abdome e não são estriados. O corpo, de coloração amarelo castanho, apresenta uma espécie de pilosidade.

Biologia: Num período de vida de 6 a 20 dias a fêmea oviposita cerca de 100 ovos, que são colocados em pequenas fendas dos fardos de fumo ou nos charutos. A larva, bastante ágil, de coloração clara, com um corpo robusto curvado e coberto com pilosidades; cava galerias cilíndricas nos fardos de fumo e nos charutos, roendo, na seqüência, extensas áreas. O ciclo biológico varia de 42 a 56 dias, de acordo com a temperatura e a disponibilidade de alimento.

Danos: É uma praga primária para o fumo, podendo também, atacar outros produtos estocados, como cacau, tortas oleaginosas, biscoitos, farinhas, banana seca, etc. O inseto adulto vive de 12 a 25 dias.

Ordem Coleoptera

Família Bostrichidae

Rhyzopertha dominica (Fabricius, 1792): besourinho-dos-cereais



Características: É um inseto primário que mede entre 2,5 a 3 mm de comprimento, de coloração castanho-escuro. O corpo tem forma cilíndrica, alargado, com a parte posterior arredondada. Possui uma cabeça retrátil dentro do protórax e antenas com os três últimos segmentos visivelmente maiores que os demais.

Biologia: A fêmea deposita durante sua vida cerca de 300 a 400 ovos, tanto na superfície como entre os grãos. A larva perfura e se instala no interior dos grãos, dos quais se alimenta e onde geralmente passa a fase de pupa. Larvas e adultos alimentam-se dos grãos. Dependendo das condições de temperatura e umidade, o ciclo completo deste inseto dura de 28 a 70 dias. O inseto adulto vive de 4 a 6 meses. Pode sobreviver e se multiplicar em grãos com um conteúdo de umidade inferior a 9%.

Danos: *R. dominica* é considerada a praga mais séria em cereais armazenados no Brasil. Embora raramente detectada nos armazéns e silos antes de 1980, já havia referências de sua existência no Brasil na década de 1930. Entretanto, nos últimos anos, com a importação de sementes de trigo do Paraguai e do México, principalmente, a sua disseminação foi rápida, atacando, inicialmente o trigo estocado. A exemplo do que ocorre na Argentina, *R. dominica* vem causando prejuízos nos estoques de milho e arroz. É uma espécie muito voraz e sua presença é caracterizada pela grande quantidade de pó farináceo que deixa no processo de alimentação, misturado com material fecal e com cheiro adocicado.



Dano de *R. dominica* em arroz



Dano de *R. dominica* em cevada



Dano de *R. dominica* em trigo

Ordem Coleoptera

Família Chrysomelidae Subfamília Bruchinae

Acanthoscelides obtectus (Say, 1831): caruncho-do-feijão



Características: É um inseto primário de cor parda, coberto por pilosidade que mede 3,5 a 4,5 mm de comprimento. Possui uma cabeça pequena com um corpo oval volumoso. Os élitros são curtos e não cobrem totalmente o abdome. Para distinguir o macho da fêmea é necessário um exame microscópico da genitália e/ou do aspecto dos últimos segmentos do abdome.

Biologia: A fêmea coloca seus ovos entre os grãos estocados; cada fêmea é capaz de ovipositar mais de 60 ovos. A pequena larva que eclode do ovo penetra no grão, sendo praticamente impossível notar qualquer perfuração a olho nu. Um mesmo grão pode ser perfurado por uma ou mais larvas. O ciclo biológico varia de acordo com a temperatura e a umidade; a 30°C e 70% de U.R. é de 22 a 26 dias. O inseto adulto vive apenas 10 a 12 dias e não se alimenta dos grãos armazenados.

Danos: A larva, ao completar o seu desenvolvimento, antes de passar para o estágio de pupa, perfura o grão, sem, entretanto, danificar o tegumento, formando uma "janela" que pode ser facilmente observada nos feijões claros. Ao emergir, o adulto simplesmente corta e empurra a "janela" para sair do grão, deixando um orifício característico, de forma circular. Quando mais de uma larva ataca o grão, inúmeras perfurações são observadas.



Dano de *A. obtectus* em feijão

Ordem Coleoptera

Família Chrysomelidae Subfamília Bruchinae

***Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833: caruncho-pintado-do-feijão**



fêmea

Características: É outro caruncho específico do feijão. O inseto adulto mede 1,8 a 2,5 mm de comprimento e 1,2 a 1,8 mm de largura. Tem, portanto, um corpo oval, volumoso, convexo, de coloração escura com pilosidade marrom e amarela, a base das antenas e o ápice dos tarsos mais claros. Suas antenas são longas e sobrepassam a metade do comprimento do corpo. Possuem dois esporões nas tíbias posteriores. A fêmea é sempre maior que o macho, também de cor escura, com mancha transversal esbranquiçada no meio dos élitros.

Biologia: Semelhante à de *A. obtectus*, porém, a fêmea oviposita cerca de 36 ovos, fortemente aderidos aos grãos por uma secreção pegajosa que endurece rapidamente em contato com o ar. O ciclo biológico dura cerca de 25 dias a 32,5°C e 70% de U.R. Já a 20°C, o ciclo aumenta para 100 dias. O adulto também é de vida curta, 10 a 12 dias, em média.

Danos: É uma praga primária de grande importância econômica nas zonas produtoras de feijão das regiões tropicais e subtropicais da América Latina. Os danos são os mesmos causados por *A. obtectus*.



Dano de *Z. subfasciatus* em feijão

Ordem Coleoptera

Família Cucujidae

***Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831): besourinho-dos-grãos**



Características: De coloração castanho-claro, é o menor inseto que ataca produtos armazenados, mede 1,5 a 2 mm de comprimento. A cabeça é provida com longas antenas filiformes e projetadas para frente, cujo comprimento, nas fêmeas, alcança praticamente 2 vezes o comprimento total do corpo. São de movimentos rápidos e podem voar.

Biologia: A fêmea deposita seus pequenos ovos na superfície dos produtos ou nas fendas dos grãos. A larva é delgada e comprida, de coloração amarelada, com duas projeções escuras em forma de dentes no último segmento abdominal. Quando alcançam seu desenvolvimento máximo, tecem um casulo para empupar. O ciclo varia conforme a temperatura e a umidade, sendo de 23 a 26 dias a 38°C e de 69 a 103 dias, a 21°C e 75% U.R., porém, abaixo de 50% U.R., morrem com facilidade. O adulto, em condições favoráveis, pode viver de 6 a 9 meses.

Danos: É uma praga secundária que se alimenta, preferencialmente, do embrião de grãos partidos com alto conteúdo de umidade e que já estejam infestados por outras espécies e em meio a elevado teor de impurezas e nas farinhas. Aloja-se no maquinário dos moinhos de trigo e nos resíduos da moagem. De um modo geral, a sua presença indica excesso de umidade, temperaturas elevadas e a infestação por outros insetos e fungos.

Ordem Coleoptera

Família Curculionidae

***Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763): gorgulho-do-arroz**

***Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855: gorgulho-do-milho**



Sitophilus zeamais

Características: As duas espécies são muito semelhantes quanto a sua morfologia e danos. São insetos primários de 2,5 a 4 mm de comprimento, de coloração castanho escuro, com quatro manchas vermelho-claro nos élitros. O protórax é densamente coberto de pontuações

circulares ou ligeiramente ovaladas. Como principal característica, possuem uma cabeça prolongada formando um rostro recurvado com as mandíbulas no ápice. O rostro do macho é mais curto e grosso, e da fêmea é mais longo e afilado.

As duas espécies têm sido registradas com frequência em um mesmo lote de grãos, mas *S. zeamais* geralmente inicia a infestação no campo e, devido à sua maior capacidade de vôo, dispersa-se rapidamente no campo e para dentro dos armazéns. Embora alguns técnicos assegurem ser possível distinguir as duas espécies pelo simples exame visual de caracteres morfológicos, uma identificação segura somente pode ser feita com o exame microscópico da genitália do inseto.

Biologia: Cada fêmea pode produzir de 150 a 200 ovos durante a sua vida; com as peças bucais ela faz um orifício no grão, e deposita, normalmente, apenas um ovo por grão, fechando-o em seguida com uma secreção gelatinosa que endurece em contato com o ar, dissimulando assim a cavidade. A larva, de coloração amarelada, com a cabeça marrom escura, não possui perna e, em seu desenvolvimento, destrói totalmente o conteúdo do grão. Em condições propícias de temperatura e umidade (28°C e 70% de U.R.), o ciclo evolutivo destas duas espécies completa-se, do ovo ao adulto, em 28 dias, com uma produção de 6 a 8 gerações por ano. A longevidade dos adultos é de 4 a 5 meses.

Danos: Atacam indistintamente milho, arroz, trigo, sorgo, centeio, cevada, aveia e outros cereais e produtos, causando danos qualitativos e quantitativos que resultam em prejuízos financeiros consideráveis.



Dano de *S. oryzae* em cevada



Dano de *S. zeamais* em milheto



Dano de *S. zeamais* em milho



Dano de *S. zeamais* na espiga de milho

Ordem Coleoptera

Família Nitidulidae

Carpophilus sp.



Características: Os adultos são ovalados ou oblongos, medindo cerca de 2 a 4 mm de comprimento, de cor marrom-clara a escura; apresentam antena com 11 segmentos terminando abruptamente em uma clava compacta de 3 segmentos; os élitros deixam geralmente 2 tergitos abdominais expostos; tarsos com 5 segmentos. Vivem sobre grãos de cereais armazenados em regiões úmidas, especialmente nos trópicos, e são comumente encontradas sobre milho armazenado para subsistência do produtor.

Biologia: Sob condições favoráveis cada fêmea produz cerca de 1000 ovos e as larvas eclodem em 2 a 3 dias. A larva é de cor esbranquiçada ou amarelo-claro. Durante o estágio larval se alimentam do produto armazenado ou de fungos presentes. A pupa é formada na massa do produto ou na superfície das sacarias. O adulto geralmente vive 3 meses, podendo alcançar até 1 ano. Muitas gerações podem ocorrer por ano, devido ao ciclo de vida curto. São voadores ativos.

Danos: São espécies freqüentemente encontrada nos armazéns. Vivem sobre os grãos de cereais armazenados, sementes oleaginosas, cacau, nozes, farinha-de-arroz, tâmara, frutas secas e diversos outros produtos nas regiões tropicais e subtropicais. As espécies de *Carpophilus* somente persistem e se tornam problema em produtos com teor de umidade relativamente alto, agindo como indicadores de umidade e mofo no armazenamento.

Ordem Coleoptera

Família Ptinidae



Características: Os adultos desta família são conhecidos como “gorgulho-aranha” devido a sua aparência semelhante a aranhas. Tem o corpo robusto, de forma globular ou ovóide, geralmente coberto de pêlos, medindo cerca de 2 a 4 mm. As antenas são longas e delgadas, formadas por 11 segmentos, inseridas bem próximas na frente da cabeça, entre os olhos. Os élitros cobrem completamente o abdômen. As pernas são longas, com o tarso de 5 segmentos.

Biologia: A maioria das espécies encontradas em grãos armazenados têm um ciclo de vida de 40 a 55 dias.

Danos: A maioria das espécies vivem em resíduos vegetais ou animais, com poucas espécies associadas aos grãos e subprodutos armazenados, sendo a maioria delas de clima temperado.

Ordem Coleoptera

Família Silvanidae

Oryzaephilus surinamensis (Linnaeus, 1758)



Características: O inseto adulto mede de 2,5 a 3,5 mm de comprimento, com coloração castanho-escuro. As bordas laterais do protórax possuem seis dentes claramente visíveis e três protuberâncias longitudinais na parte central. O macho se diferencia da fêmea, por apresentar um dente que se assemelha a uma espora, no fêmur das pernas posteriores.

Biologia: A fêmea ovipõe cerca de 300 ovos num período de 10 semanas, no meio dos grãos e outros produtos que ataca. As larvas são pequenas, de coloração amarelada, com manchas mais escuras em cada um dos segmentos e possuem três pares de pernas. A larva adulta tece um casulo, no qual passa a fase de pupa. O inseto adulto não tem capacidade de voar e pode viver até 3 anos.

Danos: *O. surinamensis* ataca grãos de trigo, milho, arroz, cevada, sorgo, frutas secas, cacau, nozes, etc. Tanto o inseto adulto como a larva são capazes de danificar, principalmente produtos armazenados com umidade superior a 14%, em especial, aqueles que permanecerem muito tempo estocados.

Ordem Coleoptera

Família Tenebrionidae

Gnathocerus cornutus (Fabricius, 1798)



macho



fêmea

Características: O inseto adulto mede aproximadamente 3,5 mm de comprimento. A cabeça dos machos possui mandíbulas fortes em forma de pinça. As antenas são curtas, com 11 segmentos. O protórax é retangular, mais largo que longo. Os élitros são estriados. A fêmea não possui mandíbulas desenvolvidas como o macho e assemelha-se bastante a *T. castaneum*.

Biologia: A fêmea ovípara de 100 a 200 ovos. Em condições favoráveis de temperatura e umidade, o ciclo do ovo ao adulto varia de 42 a 57 dias. As larvas se parecem muito com as de *T. castaneum*. Os adultos podem viver cerca de 12 meses.

Danos: Embora sejam insetos secundários para grãos inteiros e secos, são pragas típicas das máquinas de moinhos, porque têm preferência por farinhas e farelos; podem, todavia, atacar uma grande variedade de grãos de cereais, rações animais, farelos de oleaginosas, etc., especialmente quando estes produtos apresentam um elevado conteúdo de umidade e/ou quando já se deterioraram pela presença de fungos.

Ordem Coleoptera

Família Tenebrionidae

***Tribolium castaneum* (Herbst, 1797): besouro-das-farinhas**



Características: São insetos secundários, medem de 3 a 4 mm, de coloração variando entre o castanho claro e o castanho escuro. Os élitros apresentam sulcos longitudinais, bem nítidos, com inúmeras pontuações. Os três últimos segmentos das antenas são marcadamente maiores.

Biologia: As fêmeas põem de 300 a 500 ovos durante a sua vida e a oviposição é efetuada fora dos grãos. Os pequenos ovos são recobertos por uma secreção pegajosa que permite fixá-los à superfície dos grãos e/ou outros produtos, paredes, fendas, etc., facilitando assim, a infestação. Em condições de temperatura e umidade favoráveis, o ciclo, do ovo ao adulto se completa entre 30 e 40 dias. As larvas são cilíndricas, de coloração branca e chegam a medir até 5 mm. Os adultos podem viver de 12 a 18 meses.

Danos: Como o aparelho mastigador não lhes permite romper grãos inteiros e secos, atacam apenas o germe e os grãos já perfurados ou danificados pelos insetos primários, as farinhas, nozes, amêndoas partidas, cacau, rações e outros produtos de consistência macia, para os quais, estes insetos podem até ser considerados como primários. No caso do trigo com elevado percentual de umidade, após atacar o germe, consomem, na seqüência, o próprio endosperma.

Ordem Lepidoptera

Família Gelechiidae

***Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819): traça-dos-cereais**



Características: O inseto adulto é uma mariposa frágil, de coloração amarelo palha. As asas anteriores são sedosas, brilhantes, com a margem anterior coberta por escamas escuras, enquanto que as posteriores são sedosas, brilhantes e com uma franja de pêlos na margem posterior. Mede de 11 a 16 mm de envergadura.

Biologia: A fêmea oviposita de 40 a 100 ovos sobre a superfície dos grãos. A larva, de coloração branca, perfura a superfície, penetrando no interior do grão, abrindo uma cavidade a medida que se alimenta do endosperma e do germe. Antes de entrar na fase de pupa, abre um orifício de saída, sem, contudo, perfurar a cutícula do grão. Após, tece um casulo e passa ao estágio de pupa. Ao completar a fase adulta, rompe a cutícula para sair do grão. Em condições de temperatura e umidade favoráveis (25°C, 70%) com pleta o seu ciclo biológico em cerca de 35 dias. O inseto adulto, que não se alimenta dos produtos armazenados, vive apenas de 4 a 5 dias.

Danos: É uma praga primária, com uma boa capacidade de vôo, que ataca o cereal, ainda no campo. Nos silos e armazéns, devido a sua frágil constituição, limita a sua ação à superfície da massa de grãos - no máximo 30 a 40 cm. Ataca indistintamente milho, trigo, arroz em casca, cevada, sorgo e outros cereais. No caso de se receber grãos já infestados ou de se efetuar uma transilagem, os insetos que ficarem nos grãos à maior profundidade, são incapazes de chegar à superfície. Uma característica interessante, é que, quando ataca grãos de pequenas dimensões, a larva tece um tubo sedoso unindo vários grãos, onde completa o seu ciclo.



Dano de *S. cerealella* em grãos de milho

Ordem Lepidoptera

Família Pyralidae

Anagasta kuehniella (Zeller, 1879) = *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879): traça-da-farinha



Características: É uma mariposa de coloração parda, com cerca de 20 mm de envergadura, de cabeça pequena, globosa, sem tufo de escamas na fronte. As asas anteriores são longas e estreitas, acinzentadas e as asas posteriores são longas e esbranquiçadas, com uma faixa de pêlos curtos.

Biologia: A fêmea deposita de 200 a 300 ovos, em 4 ou 5 dias, isoladamente ou em grupos de 10 a 20, sobre a farinha e outros alimentos. A larva, de coloração branca ou ligeiramente rosada, quando completamente desenvolvida, mede aproximadamente 12 mm de comprimento. O ciclo biológico é de cerca de 56 a 63 dias, se as condições de temperatura e umidade forem favoráveis. A mariposa vive aproximadamente 14 dias e não se alimenta dos produtos armazenados.

Danos: Praga secundária de grãos de cereais inteiros, pode atacar também cacau, frutas secas, farelos e rações animais. A larva é bastante voraz e à medida que se alimenta vai tecendo fios de seda que podem formar massas compactas, obstruindo por vezes, o maquinário e tubulações dos moinhos de trigo. Nos armazéns graneleiros, apesar de seu ataque superficial, tece uma verdadeira manta sobre a massa de grãos, que serve de refúgio para outros insetos, dificultando o bom manejo da unidade armazenadora. Antes de passar para o estágio de pupa, tece um casulo onde completa seu ciclo.

Ordem Lepidoptera

Família Pyralidae

Cadra cautella (Walker, 1863) = *Ephestia cautella* (Walker, 1863): traça-do-cacau



Características: É uma mariposa pequena com cerca de 10 mm de comprimento, de coloração acinzentada; apresenta nas asas anteriores três estrias transversais, sendo uma próxima a cada ponta e as outras duas na base; asas posteriores largas e transparentes.

Biologia: A fêmea deposita cerca de 300 ovos livremente sobre o produto que ataca. A larva é esbranquiçada, com pequenos pontos escuros sobre o corpo. Quando ataca o cacau, a larva se alimenta no interior da amêndoa e, através do orifício de entrada, expele os seus excrementos, que ficam grudados por uma teia de seda. Nos armazéns, a larva, quando

completa o seu desenvolvimento, migra, com frequência, para os cantos das paredes, vigamentos do telhado e locais parcialmente iluminados, onde tece um casulo e se transforma em pupa. Com menos frequência, o casulo é tecido dentro da própria amêndoa. Em condições favoráveis de temperatura e umidade, seu ciclo biológico se completa em 25 dias. O inseto adulto vive no máximo 14 dias.

Danos: É considerada uma praga secundária para os grãos inteiros e sadios, mesmo para as amêndoas do cacau. Assim, o ataque limita-se aos grãos já infestados por outros insetos e nas amêndoas já danificadas ou quebradas e com alta percentagem de impurezas.

Ordem Lepidoptera

Família Pyralidae

***Corcyra cephalonica* (Staiton, 1866): traça-do-arroz**



Características: A mariposa mede de 15 a 25 mm de envergadura. As asas anteriores são de coloração cinza amarelada e as posteriores esbranquiçadas. Na cabeça apresenta um tufo de escamas na região frontal. O macho é geralmente menor que a fêmea.

Biologia: A fêmea coloca entre 100 e 200 ovos ao acaso, de preferência sobre a superfície rugosa dos grãos e produtos armazenados, paredes, pisos, embalagens, etc. A larva, de coloração branca, quando completamente desenvolvida, mede cerca de 15 mm. Sua presença é denunciada pelas teias densas emaranhadas que tece, aderindo grãos e dejetos, onde abrigam os casulos das pupas. Os casulos são brancos, muito resistentes e podem ser encontrados entre os grãos, grudados em sacarias, máquinas de benefício, vigamentos do telhado, etc. O ciclo biológico é de aproximadamente 42 dias, quando as condições de temperatura e umidade são favoráveis. Os adultos apresentam hábitos noturnos, são maus voadores e têm vida curta, de 6 a 22 dias.

Danos: É considerada uma praga primária para o arroz polido ou descascado e secundária para outros produtos.

Ordem Lepidoptera

Família Pyralidae

Plodia interpunctella (Hübner, 1813): traça-dos-cereais



Características: O adulto é uma mariposa de hábitos noturnos, com cerca de 18 a 20 mm de envergadura. É considerada uma praga secundária para grãos inteiros e secos e primária para produtos farináceos. Se distingue facilmente das outras traças por apresentar coloração branco-acinzentada no primeiro terço das asas anteriores, sendo os dois terços restantes de cor cinza-escuro. As asas posteriores são largas e de coloração esbranquiçada. Na cabeça, exibe um tufo de escamas em forma de chifre encurvadas.

Biologia: A fêmea deposita 100 a 500 ovos isolados ou em grupos, sobre os produtos que ataca. A larva quando completamente desenvolvida mede cerca de 13 mm de comprimento e possui 3 pares de pernas verdadeiras e 4 pares de falsas pernas nos segmentos abdominais 3, 4, 5 e 6. É muito ativa e à medida que se alimenta, vai deixando uma fiação sedosa, à qual vão se acumulando dejetos e partículas de grãos, acabando por formar uma manta característica, que pode chegar - nos armazéns graneleiros - a cobrir toda a superfície da massa de grãos. Quando completamente desenvolvida, a lagarta tece um casulo sobre a superfície dos produtos atacados, fendas dos pisos e paredes e, ainda, dobras da sacaria, onde completa o seu desenvolvimento. Seu ciclo biológico é de cerca de 26 dias a 30°C e 70% U.R.

Danos: Esta traça ataca milho, trigo, arroz em casca, soja, amendoim e uma grande variedade de produtos farináceos, frutas secas, nozes, chocolates e rações para animais. Nos armazéns graneleiros, atua apenas na superfície, atacando os grãos com preferência pelo germe. A mariposa não se alimenta dos produtos atacados e vive poucos dias.

Ordem Lepidoptera

Família Pyralidae

Pyralis farinalis (Linnaeus, 1758): traça-das-farinhas



Características: A mariposa mede cerca de 25 mm de comprimento com as asas estendidas. As asas anteriores com o terço basal e ápice de coloração castanha com uma faixa transversal sinuosa, mais clara, que permite distingui-la facilmente de outros lepidópteros que atacam grãos e demais produtos armazenados.

Biologia: A fêmea, que vive aproximadamente 7 dias, deposita em média 250 ovos sobre os grãos e outros produtos que atacar. A larva é esbranquiçada, com a cabeça e o escudo

protorácico de cor escura, medindo aproximadamente 25 mm de comprimento, em seu desenvolvimento máximo. Para abrigar-se, a larva tece um tubo de seda, ao qual faz aderir partículas de grãos e/ou outros produtos, saindo pelas extremidades para alimentar-se. Antes de passar ao estágio de pupa, tece um casulo, que geralmente, também é coberto por partículas de alimentos. Seu ciclo biológico é de 42 a 56 dias em condições favoráveis. O inseto adulto tem vida curta.

Danos: Ataca grãos de trigo, outros cereais e seus produtos, grãos de leguminosas e materiais de origem vegetal, principalmente se estão úmidos. Nos armazéns convencionais e depósitos, pode, inclusive, danificar a sacaria, ocasionando o derrame dos produtos.

Ordem Psocoptera

Família Liposcelidae

Liposcelis sp.



Características: É um inseto pequeno com aproximadamente 1 mm de comprimento. Não possuem asas, tem a cabeça grande, o corpo arredondado, olhos protuberantes, com antenas longas e filiformes, tórax pequeno, principalmente o protórax, abdome largo e mais longo que o resto do corpo, que é semitransparente, de coloração marrom-claro.

Biologia: A fêmea deposita cerca de 100 ovos, o desenvolvimento de ovo a adulto é de aproximadamente 21 dias, a 27°C e 70% de U.R. A longevidade do adulto é de 72 a 144 dias, dependendo das condições ambientais. Sua metamorfose é incompleta. Ao que tudo indica, possui uma reprodução partenogenética, o que explicaria em parte, a sua rápida multiplicação quando as condições são favoráveis. O ciclo biológico está influenciado não só pela temperatura e umidade, como, também, pelo tipo de alimento disponível. Curiosamente, podem sobreviver sem alimentação cerca de 26 a 51 dias.

Danos: As espécies de *Liposcelis* são consideradas pragas associadas aos grãos armazenados, e sua presença indica condições deficientes de armazenamento, grãos danificados por outros insetos, excesso de umidade, desenvolvimento de fungos e elevado conteúdo de impurezas. Embora estes insetos sejam freqüentemente ignorados e considerados de menor importância econômica, em razão de seu pequeno tamanho, infestações de Psocoptera têm sido registradas, causando significativos danos em trigo e arroz moídos. Também causam danos econômicos em indústrias processadoras de alimentos e geram possibilidades no que diz respeito à saúde, pela transferência de microrganismos e contaminação dos alimentos por fezes e exúvias.

CAPÍTULO III

ESTUDO DE CASO 1: RASTREABILIDADE DE MILHO ALTO ÓLEO PARA A ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO

ESTUDO DE CASO 1: RASTREABILIDADE DE MILHO ALTO ÓLEO PARA A ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO

RESUMO

O milho tem papel fundamental na avicultura, especialmente cultivares com alto teor de óleo, que resultam em maior conversão de energia. Esses grãos diferenciados estão deixando de ser *commodities* para se tornarem ingredientes especializados com características e qualidade desejadas pelas indústrias. Para tal, faz-se necessário a adoção de programas de controle de qualidade e rastreabilidade ao longo das várias etapas da sua cadeia produtiva. O objetivo desta pesquisa foi aplicar um sistema de rastreabilidade para lotes de milho alto óleo, submetidos a diferentes tratamentos fitossanitários durante o armazenamento, visando a qualidade final de rações, medida pelo rendimento de frangos de corte. Todos os processos, desde a produção até o consumo pelas aves, foram documentados no software Rastreabilidade de Grãos. O monitoramento de pragas foi feito com diferentes tipos de armadilhas; os tratamentos químico e físico para o controle de insetos foi feito em big bags de 1 t. Os lotes de milho alto óleo rastreados não apresentaram infestação de insetos no momento do recebimento na cooperativa, contudo, ao final de 111 dias de armazenamento, foi detectada a presença de insetos, ainda que em número reduzido nos tratamentos com terra de diatomácea e inseticida. Na testemunha, a infestação foi mais elevada, destacando-se a presença de larvas e pupas de *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) dentro dos grãos. As armadilhas caladores dentro dos big bags detectaram as infestações de insetos na testemunha aos 53 dias de armazenamento e, nos tratamentos com terra de diatomácea e inseticida a partir de 68 dias do armazenamento, sendo que o Psocoptera *Liposcelis* sp. foi a espécie mais abundante. Nas armadilhas gaiolas, distribuídas no piso fora dos big bags, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) foi a mais abundante, representando aproximadamente 36% das capturas, particularmente nas armadilhas próximas a uma pilha de milho derramada que serviu como um foco de infestação. O número de insetos coletados foi aumentando de acordo com o tempo de armazenamento e aumento da temperatura da massa de grãos. Ao final do período de armazenamento, o milho foi processado em ração a qual foi usada para a alimentação de um lote de frangos, que foi acompanhado até o abate. Foram avaliados diversos parâmetros de desempenho, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha para a massa média corporal, a média de ganho de massa, a média da conversão alimentar e a taxa de

sobrevivência das aves tratadas. O consumo de ração, porém, foi significativamente maior nas aves alimentadas com a ração formulada com milho alto óleo tratado com inseticida (2,406 kg por ave). Com o cadastramento dos dados no software é possível fazer o rastreamento dos processos rapidamente para resgatar informações solicitadas pela indústria.

CASE STUDY 1: TRACEABILITY OF HIGH OIL CORN FOR POULTRY FEEDING FOCUSING ON INSECT MANAGEMENT DURING STORAGE

ABSTRACT

Corn plays an important roll in the poultry industry, especially the high oil content cultivars because they of higher conversion of energy. These special grains are no longer considered *commodities*, they are becoming specialized ingredients with the characteristics and quality required by the industries. To attend these requirements, it is necessary to adopt programs of quality and traceability along the productive grain chain. The objective of this research was to apply a system of traceability to lots of high oil corn, using different treatments during storage, in order to get quality feed for poultry. All processes, from the production to the consumption of the feed and slaughtering of the birds were recorded on the software Grain Traceability. Different types of traps were used for pest monitoring. The chemical and physical insect treatments were applied to the grain in 1 t big bags. The lots of high oil corn that were tracked did not have insect infestation when they were received by the cooperative. However, after 111 days of storage, a low number of insects was detected in both, the grain treated with diatomaceous earth and chemical insecticide. The control showed higher insect infestation, especially by larvae and pupae of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) inside the kernels. The probe traps placed inside the big bags detected insect infestation in the control by the 53rd day of storage, and at the 68th in the treatments with diatomaceous earth and insecticide. The Psocoptera *Liposcelis* sp. was the most abundant species in all bags. In the cage traps placed externally, nearby the bags, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) was the most abundant species, representing approximately 36% of the trapped insects. They were especially numerous in the traps nearby a spilled grain pile that served as a source of insect infestation. The insect infestation increased along the storage time and with the temperature of the grain mass. After a period of storage, the corn was processed into feed that was used to feed a lot of poultry, which was evaluated until the time of slaughtering. Several parameters were evaluated; however, there was no significant difference between treatments for mean body mass; mean mass gain, mean food conversion and survival rate of the birds. However, the feed consumption was higher by the birds fed with feed produced from the diatomaceous earth treated grain (2.406 kg per bird). Based on the records on the software it is possible to track back the processes rapidly to recover any information requested by the industry.

1. INTRODUÇÃO

O milho desempenha um papel de vital importância na alimentação de aves, pois compõe cerca de 60% da ração inicial de frangos de corte e, aproximadamente, 65% da energia metabolizável, além de cerca de 22% da proteína na fase inicial (Dale 1994). Ressalta-se que a maior parte da produção brasileira de milho, em torno de 81%, destina-se à produção animal, visando atender principalmente a avicultura e a suinocultura, que juntas respondem por 60% da demanda total brasileira (Godoy 1999; Lazzari & Lazzari 2002). Desta forma, qualquer incremento de qualidade no grão de milho terá um efeito muito significativo na formulação da ração, na resposta animal e, principalmente, na redução dos custos de produção (Lima & Nones 1997).

De acordo com um balanço das indústrias de rações, a produção nacional de rações em 2006 foi de 48,3 milhões de toneladas. Desse total, 27 milhões foram para a avicultura, 13 milhões para a suinocultura, 5,3 milhões para a bovinocultura e 1,6 milhões para o segmento de *pet food* (alimentação para animais domésticos), com uma demanda anual de milho de 29,4 milhões de toneladas (Sindirações 2006).

O milho é o grão mais amplamente empregado na alimentação de animais, tanto monogástricos quanto poligástricos (Andriguetto 1990) e deve ser utilizado preservando sua qualidade física, sanitária e nutricional.

O grão é dividido em três porções: película ou casca (3-10% de amido, 1% de óleo e 3,5% de proteína), endosperma (86-89% de amido, 0,8% de óleo e 8% de proteína de baixo valor biológico) e germe ou embrião (5-10% de amido, 31-35% de óleo e 17-19% de proteína de alto valor biológico) (Lazzari & Lazzari 2002). Através do melhoramento genético dos híbridos tem-se conseguido melhorar o seu valor nutricional, principalmente quanto ao teor de óleo. Os híbridos de milho utilizados atualmente possuem, em média, 3,5% de extrato etéreo, enquanto que os híbridos de alto teor de óleo, desenvolvidos através do melhoramento genético, possuem entre 6,0 e 8,0% de óleo (Lauer 1995).

Os híbridos de milho com alto nível de óleo ou também chamado de milho de alto valor nutricional (MAV) vêm sendo estudados há décadas por melhoristas americanos, mas ganharam destaque apenas nos últimos anos. Esses materiais são importantes para a indústria de alimentos para animais porque contém mais energia do que o milho comum. Bartov & Barzur (1995) demonstraram que o milho alto óleo para frangos de corte apresenta teor de óleo e aminoácidos com incremento na energia metabolizável de 6,4% em relação ao milho comum.

A utilização de cultivares de valor nutricional agregado traz consigo vantagens diferenciais na qualidade do milho, que asseguram maior lucratividade aos setores de

produção vegetal e animal. Segundo Engelke (1997), o milho alto óleo proporcionou maior valor agregado por *bushel* (aproximadamente 25 kg), em relação ao milho convencional, o qual variou de US\$ 0,38 a US\$ 0,77 para dietas de perus ou poedeiras nos Estados Unidos.

Um aspecto importante do uso de milho alto óleo é que este promove uma maior produção de energia e proteína por hectare sem necessidade de aumento dos níveis de adubação. Essa característica é desejável não só do ponto de vista social, pois abre maiores oportunidades para os pequenos produtores, como também na visão ambiental, já que é necessário uma menor área para produzir a mesma quantidade de nutrientes, quando comparado aos grãos tradicionais (Lima & Bellaver 2000).

Os grãos com qualidades diferenciadas, atendendo às demandas específicas de setores compradores, como a indústria de rações, têm promovido mudanças importantes no setor. Esses grãos estão deixando de ser apenas *commodities* comercializadas em grandes lotes, para se tornarem ingredientes especializados com características desejadas pelos processadores e produtores de rações. Essa mudança é bastante recente, mostrando, segundo Engelke (1997), grande aumento do valor financeiro das ações de companhias produtoras de sementes de grãos diferenciados por qualidade em nutrientes.

A rastreabilidade com conseqüente preservação da identidade do grão é uma questão muito importante para que o consumidor receba um produto de acordo com as qualidades pré-estabelecidas. Toda a cadeia dos grãos diferenciados precisa atender a requisitos de segurança para evitar a contaminação com outros grãos. Desde a produção dos grãos na fazenda, onde o plantio deve ser realizado em áreas previamente estabelecidas, com distância entre lavouras, até a secagem de forma correta com baixas temperaturas para reduzir as fissuras nos grãos evitando a contaminação por fungos e armazenagem em silos previamente limpos; todo o pessoal envolvido no processo deve ter pleno conhecimento da qualidade do grão que deve ser preservada a todo o custo. Todo o cuidado deve ser tomado no transporte até o consumidor final. Devem ser realizadas análises para verificar a qualidade do grão (Regina & Solferini 2006).

Atualmente, o Brasil ocupa, no cenário mundial, lugar de destaque na criação de frangos de corte. Neste contexto, é natural que os sistemas de criação assumam características de verdadeiras empresas e a avicultura seja considerada como uma indústria de produção de alimentos. O potencial genético atualmente disponível responde com níveis economicamente satisfatórios, necessitando, entretanto, ser adequadamente acompanhado pelo conjunto compreendido por sanidade, instalação e equipamentos, alimentação (matérias-primas de melhor qualidade para melhorar a eficiência das rações) e manejo (Andriguetto 1990).

No Brasil, o processo de rastreabilidade na cadeia de aves ainda está em fase inicial de implementação, porém deve seguir o exemplo da cadeia bovina. As aves também pertencem ao grupo de proteínas de origem animal que, para serem exportadas, até meados de 2007, deverão ser rastreadas. Caso isso não ocorra, o Brasil estará, mais uma vez, sujeito às imposições mercadológicas unilaterais do mercado europeu.

Na avicultura mundial, a rastreabilidade é o tema do momento, principalmente devido às ocorrências sanitárias registradas há algum tempo, como a Influenza Aviária (IA) causada por diferentes tipos de vírus pertencentes à família Orthomyxoviridae, gênero *Influenzavirus* e da doença de Newcastle (DNC) causada por vírus da família Paramyxoviridae, gênero *Avulavirus* (Brasil 2006). No Brasil, contaminações recentes com nitrofuranos em aves devem acelerar o processo de rastreabilidade, para garantir a segurança ao consumidor (Mendes 2005).

Na Tabela 1 são apresentados dados sobre o recente desempenho da avicultura brasileira.

Tabela 1. Avicultura brasileira: rebanho, produção de carne e exportação.

FRANGOS	2006
Rebanho (1000 cabeças)	400.000
Produção de Carne (1000t eq carcaça)	9.000
Exportação (1000t)	3.000

Fonte: MAPA (2006).

Em uma granja de aves com sistema de rastreabilidade implementado deve existir, desde a produção dos avós até os pintainhos de corte, um sistema de identificação que permita controlar a origem do lote, do granjeiro que criou os animais, da ração e dos insumos utilizados, frigoríficos e propriedades.

Diferentemente do que ocorre no rastreamento bovino, a identificação dos animais deverá ser por lote de animais e não individualmente. A definição desse lote é muito importante, pois a partir dele é que se tem a garantia das informações obtidas e do seu rastreamento. Para tanto, é necessário que os animais de um mesmo lote tenham a mesma idade, origem e sejam alojadas sob condições idênticas, em uma mesma unidade de produção ou aviário (Mendes 2003).

Hoje, a indústria, ao receber o lote, já obtém informações sobre o mesmo, sendo necessário apenas adaptá-las para que se possa identificar a origem dos insumos e materiais e os procedimentos. Isso já torna facilitado o rastreamento na indústria avícola. A

maioria das empresas já possui programas de controle de qualidade em várias etapas do processo, sendo necessário apenas sua interligação no contexto geral para garantir a rastreabilidade completa dos seus produtos.

Estima-se que as perdas quantitativas anuais causadas por pragas durante o período de armazenamento de grãos são da ordem de 10% da produção mundial. Esta estimativa refere-se, apenas, ao ataque dos insetos ao embrião e ao endosperma das sementes, não entrando em consideração o aquecimento da massa de grãos provocada pela atividade de fungos e também, a diminuição do valor nutritivo dos grãos (FAO 1994).

Dentre as pragas que atacam grãos de milho durante o armazenamento, destacam-se *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855, *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae) e *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae), sendo consideradas pragas primárias por terem a capacidade de perfurar o tegumento das sementes e grãos. Espécies de *Sitophilus* representam pragas importantes do milho armazenado devido a uma série de características como: elevado potencial biótico, capacidade de atacar grãos inteiros, tanto no campo quanto em depósitos e, de sobreviver a grandes profundidades na massa de grãos (Faroni 1992).

A ação contínua dos insetos, além dos prejuízos ocasionados pela redução severa de massa, deprecia o valor comercial do produto, reduz seu valor nutricional, atua como agente disseminador de fungos e favorece a deterioração do produto armazenado, em razão do aumento da umidade e da temperatura da massa de grãos, devido ao metabolismo dos insetos (Pinto Jr. *et al.* 2006).

O monitoramento de insetos em unidades armazenadoras de grãos é de fundamental importância para detectar o início de qualquer infestação, a qual poderá alterar a qualidade final do grão. Qualquer método a ser utilizado deve ser eficiente na amostragem de insetos e de fácil interpretação. O uso de armadilhas para capturar insetos de grão armazenados tem sido intensivamente estudado (Lippert & Hagstrum 1987; Fargo *et al.* 1989; Pereira 1999; Hagstrum & Subramanyam 2000; Paula 2001; Caneppele 2003; Ceruti 2003) e é uma importante ferramenta para o monitoramento de pragas.

Devido aos prejuízos ocasionados por pragas de grãos armazenados é necessário aplicar formas de controle adequadas. No Brasil, utiliza-se inseticidas tanto para prevenir o ataque de insetos (pulverização preventiva) quanto para o seu controle (gás, líquido, pós e outros). A maioria dos inseticidas protetores são aplicados nos grãos para evitar a infestação por insetos, não se esperando que eliminem a população já existente. Harein & Las Casas (1974) recomendam que os grãos sejam tratados antes de serem armazenados,

ou pelo menos, durante a transferência para o local de armazenamento, antes que ocorra a infestação.

Apesar da eficiência para o controle de pragas, Chant (1964) já relatava que vários autores vinham documentando os inconvenientes da excessiva confiança nos inseticidas, resultando nas seguintes conseqüências: surto de pragas secundárias, ressurgência de pragas, resíduos de inseticidas nos alimentos e seleção para resistência a inseticidas.

Há indícios de que o tratamento de grãos de milho com inseticidas líquidos, ou misturas destes produtos, causem problemas na sanidade e desenvolvimento de aves e suínos, especialmente devido à não observância do período de carência dos produtos e aumento da dose, resultando em níveis elevados de resíduos de ingrediente ativo. Alguns desses produtos têm uma grande estabilidade em condições de temperatura e umidade ambiente, persistindo por até três anos (Desmarchelier 2000). A resistência dos insetos aos inseticidas químicos é citada em várias publicações nacionais e internacionais, compilados por Lorini (2001). Além disso, são comuns os acidentes, erros nas aplicações e despreparo do pessoal que aplica os inseticidas na massa de grãos. Como a maioria das empresas (fábricas de rações) trabalha com estoques mínimos da matéria prima, o risco de contaminação das rações é significativamente maior.

A terra de diatomácea é um tipo de pó inerte que se apresenta como uma medida de controle alternativo que pode ser associada a outras estratégias de manejo de pragas, protegendo a qualidade dos produtos sem problemas de resistência a inseticidas, sem intoxicação humana e contaminação dos produtos com resíduos de ingredientes ativos.

A terra de diatomácea para o controle de insetos em armazenagem tem sido testada desde 1930 por muitos pesquisadores. Segundo Mital & Wrightman (1989) e Arthur (1996), o interesse tem aumentado porque o número de ingredientes ativos para o controle de insetos de produtos armazenados está reduzido a quatro ou cinco produtos, devido principalmente a problemas de resistência aos inseticidas.

Portanto, é de grande relevância para a indústria animal o conhecimento do impacto desses produtos químicos na sanidade e desenvolvimento de aves e suínos alimentados com grãos tratados com inseticidas ou misturas de inseticidas residuais. É importante também, conhecer o quanto isso significa em termos financeiros para a empresa.

Neste contexto, o software Rastreabilidade de Grãos, auxilia no registro das informações sobre o recebimento dos lotes de grãos especiais, secagem, armazenamento e processamento, garantindo as especificações corretas sem riscos de adulterações e extravio de dados.

Mediante essas considerações, formula-se a seguinte hipótese: É possível rastrear um produto, como o milho alto óleo, desde a fase da produção, armazenamento e industrialização, até o produto final, registrando todos os processos adotados e o efeito, nas aves, dos tratamentos aplicados para o controle das pragas de armazenamento.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar um sistema de rastreabilidade para lotes de milho alto óleo, com ênfase no manejo de insetos-praga durante o armazenamento, visando a qualidade final da ração produzida a partir destes lotes, medida pelo rendimento de frangos de corte no final da cadeia de produção.

Os objetivos específicos foram:

- 1) Avaliar a eficácia de diferentes tratamentos fitossanitários (físico e químico) no controle de insetos do milho;
- 2) Monitorar as infestações de insetos nos grãos armazenados em big bags, usando armadilhas tipo calador e na estrutura, usando armadilhas tipo gaiola;
- 3) Comparar o desempenho de frangos de corte alimentados com ração produzida com milho alto óleo submetido a diferentes tratamentos fitossanitários;
- 4) Documentar o processo de rastreabilidade e identidade preservada do milho alto óleo utilizado para ração de aves, ao longo da cadeia produtiva, enfocando na etapa de armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com milho alto óleo foi realizado na Cooperativa Castrolanda em Castro – PR, a uma latitude de 24° 47' 21" S e longitude de 50° 00' 15" W, município localizado a 155 Km da capital paranaense (Figura 1). Castro situa-se no segundo planalto paranaense, estando a 990 m acima do nível do mar. O clima é subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano; o verão é ameno e o inverno com ocorrência de geadas. A temperatura média no verão é de 19,9°C e 12,4°C no inverno.

A Cooperativa Castrolanda conta com uma matriz localizada na Colônia Castrolanda, em Castro – PR (Figura 2), e quatro entrepostos localizados nas cidades de Ponta Grossa, Piraí do Sul e Curiúva no Paraná e Itaberá, em São Paulo. Possui atualmente 630 associados, com uma área plantada de cereais de 100.000 ha e uma produção de milho de 169.000 t em 2006.



Figura 1. Localização de Castro – PR, onde está sediada a Cooperativa Castrolanda onde foi estudado o caso de rastreabilidade do milho alto óleo.



Figura 2. Fotografia aérea da Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, onde foi estudado o caso de rastreabilidade do milho alto óleo.

O milho alto óleo utilizado no experimento foi o DKB-200 da Monsanto, de ciclo superprecoce e grão semiduro. Este híbrido foi plantado na região de Castro por 17 associados. A cooperativa foi responsável pelo fornecimento das sementes aos produtores, e estes tiveram o acompanhamento da produção por técnicos especializados. As estruturas

de armazenagem, elevadores, moegas e túneis antes de receberem o grão passaram por uma limpeza. Para o experimento, foi utilizado o milho proveniente de um mesmo associado; foi recebido em seis lotes, em um total de 70 t; foi limpo, secado até a umidade de 13% e armazenado em graneleiro da cooperativa.

Todo o processo de produção, recebimento, secagem, armazenamento e processamento do milho alto óleo foi documentado e registrado no software Rastreabilidade de Grãos (RG), visando à rastreabilidade deste milho especial para ração de aves.

2.1. Recebimento do milho alto óleo na cooperativa

Os lotes de grãos de milho alto óleo começaram a ser recebidos na cooperativa em 11/03/04. No recebimento, foi realizada uma amostragem com calador pneumático em quatro pontos aleatórios do caminhão. Essas amostras passaram pelas seguintes etapas: a) homogeneização em um homogeneizador para amostras de grãos, b) 500 g da amostra foram utilizadas para a verificação de impurezas em sistema mecanizado de peneiras de 13 e 4 mm, c) da amostra limpa das impurezas destacou-se o volume necessário para o equipamento determinador de umidade que opera sobre o princípio da capacitância (aparelho Dickey-John GAC 2100), d) 500 g da amostra foi utilizada para a verificação dos grãos avariados, considera-se avariado todo grão que sofreu qualquer dano ou deterioração (ardido, brotado, carunchado, chocho). A tonelagem da carga de milho foi verificada com o caminhão na balança. Para inseto, não foi realizada nenhuma amostragem no recebimento, somente na saída do produto da cooperativa se faz uma peneiração para se detectar a presença de insetos na massa de grãos. Para a preservação da identidade dos lotes de milho alto óleo, estes foram segregados em uma moega separada e, imediatamente, enviados para um silo-pulmão pequeno. Houve especial atenção à limpeza prévia de toda a unidade, incluindo as máquinas de pré-limpeza, secagem, os transportadores (correias, elevadores) e o local de armazenagem dos grãos.

2.2. Armazenamento do milho alto óleo e estratégias para o controle de pragas

Como esse milho era um tipo especial e destinava-se à alimentação animal, a sua armazenagem foi adaptada de forma a garantir a preservação da sua identidade. O milho alto óleo foi armazenado inicialmente em um graneleiro (Figura 3) e, após 90 dias, foi transferido para 12 sacos de polipropileno chamados big bags, com capacidade para uma tonelada, pois não havia disponibilidade de silos pequenos para os experimentos (Figura 4). Em cada big bag foram colocados 950 kg do milho para os tratamentos, com quatro

repetições por tratamento, conforme descrito a seguir:

Tratamento 1 – Testemunha, sem aplicação;

Tratamento 2 – Físico - Terra de diatomácea (Keepdry[®]), 1 kg/t, cerca de 100 g/m², polvilhada nos grãos, durante o carregamento dos big bags;

Tratamento 3 – Químico – mistura de 8 ml/t de bifentrin (ProStore[®]) + 8 ml/t de pirimifós-metil (Actellic[®]) aplicado nos grãos (Figura 5 – A e B).

A terra de diatomácea Keepdry[®] utilizada no experimento é uma formulação de pós-inertes, contendo, segundo o fabricante, aproximadamente 85 a 90% de dióxido de sílica amorfa, com densidade aparente de 200 g/L e partículas com diâmetro aproximado de 15 micrômetros; com aspecto físico semelhante a um pó bege, seco, fino, insolúvel em água, uniforme, leve, solto e livre de materiais estranhos. Como inseticida, atua de forma física contra as pragas de grãos armazenados, isto é, provoca a abrasão na camada de cera do tegumento dos insetos, resultando na perda de água (desidratação) e conseqüente morte natural. Não contendo contaminantes tóxicos, é o produto ideal para a proteção de sementes e grãos armazenados de arroz, aveia, cevada, feijão, milho, milho pipoca, sorgo, soja, trigo, triticale e outros. Tem um longo período de proteção, uma só aplicação é suficiente para proteger as sementes e grãos durante todo o seu tempo de armazenamento, normalmente de 6 a 8 meses. Também, não existe período de carência, isto é, o produto tratado pode ser usado imediatamente.

O inseticida ProStore[®] 25 CE (FMC) é um inseticida sintético do grupo químico dos piretróides, possui como ingrediente ativo o bifentrin, que confere a este produto um alto poder inseticida e acaricida, período de carência de 30 dias.

O inseticida Actellic[®] 500 CE (Syngenta) é um inseticida do grupo químico dos organofosforados, com o pirimifós-metílico como ingrediente ativo. Este inseticida é altamente eficaz contra as principais pragas de grãos de arroz, cevada, milho e trigo armazenados, período de carência de 30 dias.

A terra de diatomácea utilizada no experimento é registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como inseticida para tratamento de grãos armazenados, classificação toxicológica IV (pouco tóxico). Os inseticidas ProStore[®] e Actellic[®] utilizados no experimento, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pertencem à classe toxicológica II, sendo medianamente perigoso para o homem e, de acordo com o IBAMA, muito perigoso para o meio ambiente.

Os big bags foram armazenados por 111 dias após os tratamentos em uma estrutura coberta (Figura 6). Após esse período foram encaminhados à Granja Experimental Aparecida, Perdigão Agroindustrial S/A, em Videira – SC, para os testes com as aves. O

milho foi processado, cada tratamento separadamente, para o preparo da ração convencional.



Figura 3. Armazém graneleiro onde o milho alto óleo ficou armazenado antes do experimento na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.



Figura 4. Enchimento dos big bags com milho alto óleo do armazém graneleiro da Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.



Figura 5. A; Bomba utilizada para a aplicação de inseticida e B; Aplicação de inseticida nos grãos armazenados em big bags na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.



Figura 6. Armazenamento dos big bags em estrutura coberta na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

2.3. Monitoramento dos insetos e da umidade

Para avaliar a infestação de insetos na estrutura e na massa de grãos, e como indicativo para a eficácia dos tratamentos, foi realizado o monitoramento de insetos com armadilhas, a cada quinze dias, a partir de 25/06/04, um dia após os tratamentos nos big bags.

Em cada big bag foram colocadas cinco armadilhas tipo calador a 30 cm da superfície da massa de grãos, para monitorar insetos e verificar a temperatura da massa de grãos. Essas armadilhas são construídas com tubo cilíndrico de acrílico com 36 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro, perfuradas na metade superior (Figura 7). Muitos

insetos, durante seu deslocamento, caem nas perfurações da armadilha introduzida na massa de grãos, a qual possui internamente um tubo coletor que impede o retorno dos insetos. A armadilha também possui um termômetro para a verificação da temperatura dos grãos. As armadilhas foram examinadas quinzenalmente, retirando-se os insetos e colocando-os em frascos plásticos, previamente identificados, e levados ao laboratório para a identificação; a temperatura da massa de grãos foi registrada a cada coleta. O link do software RG com as fotografias e diagnose dos principais insetos-praga foi usado como ferramenta auxiliar para a identificação das espécies. Para a identificação das espécies de *Sitophilus* utilizou-se a metodologia de Haslstead (1986) de preparo da genitália. Espécimes de referência foram depositados na coleção de Entomologia Pe. Jesus Santiago Moure (DZUP), do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Para detectar focos de insetos na estrutura armazenadora foram utilizadas cinco armadilhas tipo gaiola, contendo atrativo alimentar, com base na metodologia usada por Strong (1970) e Throne & Cline (1991). A estrutura das armadilhas foi construída com madeira (22 cm de largura x 30 cm de comprimento x 15 cm de altura) e coberta com uma chapa de ferro galvanizado, em forma de telhado, com a finalidade de proteger a isca alimentar da exposição direta ao tempo. Nas laterais da estrutura de madeira, foi colocada uma malha metálica para permitir a livre entrada de insetos, mas evitar o ataque de outros organismos, como pássaros e roedores (Figura 8).

As armadilhas foram colocadas na área externa, próximas aos big bags (Figura 9). O atrativo alimentar era composto de uma mistura de grãos de milho, trigo, quirera de milho e germe de trigo na proporção 1:1:1:½, respectivamente, sem contaminantes. Essa mistura foi armazenada em freezer até o uso, colocando-se 200 g em cada armadilha. Quinzenalmente, o atrativo era retirado da armadilha e levado ao laboratório para a contagem e identificação dos insetos. As armadilhas eram recolocadas no lugar com novas iscas alimentares.

Para o monitoramento da umidade, amostras mensais foram retiradas de cada tratamento e da testemunha e procedidas à medição da umidade em determinador portátil Multi-Grain (Dickey-John).

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar também foram registrados quinzenalmente por termo-higrômetro colocado próximo ao local onde os big bags ficaram armazenados.

O esquema do experimento de monitoramento de insetos e tratamentos fitossanitários pode ser verificado na Figura 9.

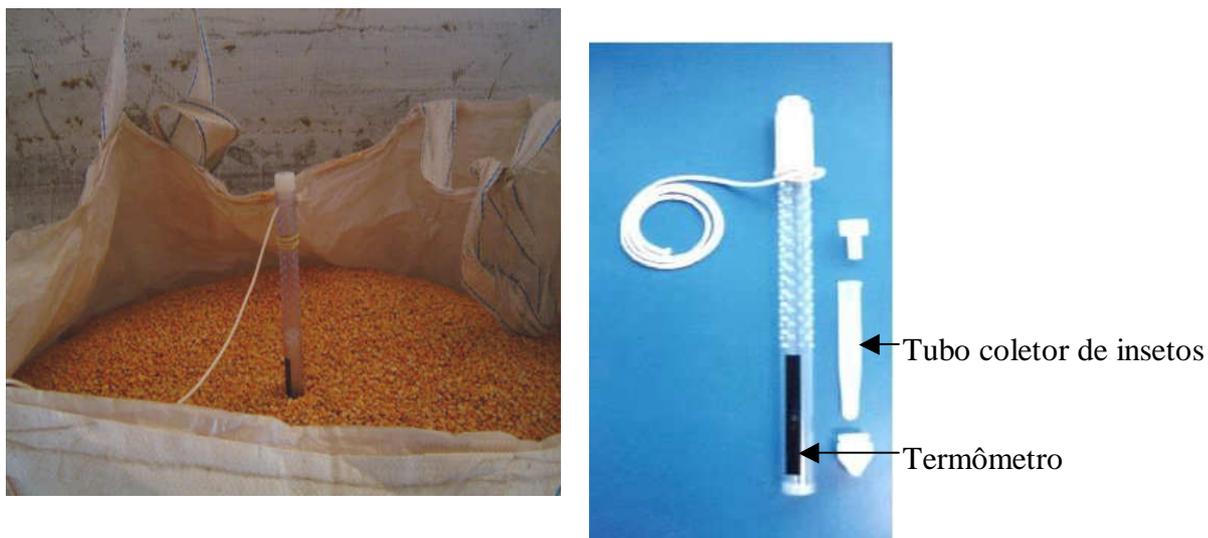


Figura 7. Armadilha tipo calador utilizada para o monitoramento de insetos nos big bags com milho alto óleo, na Cooperativa Castrolanda, Castro - PR.



Figura 8. Armadilha tipo gaiola utilizada para o monitoramento de insetos na estrutura de armazenamento onde os big bags com milho alto óleo, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

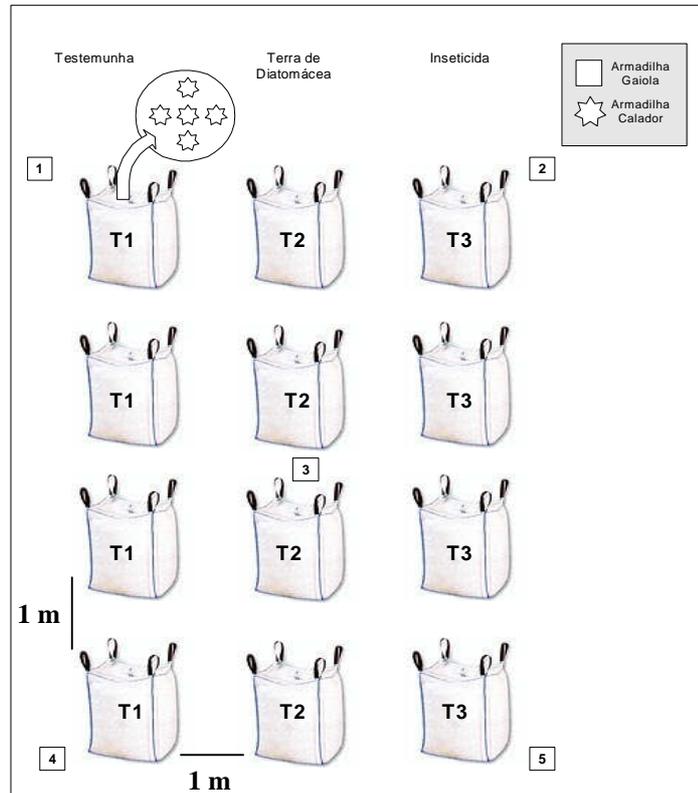


Figura 9. Esquema do experimento realizado com milho alto óleo - monitoramento de insetos e tratamentos fitossanitários, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

2.4. Avaliação do rendimento animal

O experimento para verificação do rendimento animal em frangos de corte foi instalado em Videira, SC, na Granja Experimental Aparecida, da Perdigão Agroindustrial S/A, no dia 30/10/04 (Figura 10).



Figura 10. Localização de Videira – SC, onde está sediada a Granja Experimental Aparecida, local do experimento com milho alto óleo para a alimentação de frangos.

O milho alto óleo proveniente da Cooperativa Castrolanda foi transportado em uma carreta nos big bags no dia 20/10/04, mantendo a identidade de cada um. Na granja, cada tratamento de milho foi processado separadamente, para o preparo da ração convencional.

A ração formulada era constituída de 70% do milho e o restante era farelo de soja, farelo de trigo, triticale, farinha de carne, calcário, os micro-ingredientes óxido, sulfato, carbonato e os aminoácidos e vitaminas.

Foram utilizadas 840 aves fêmeas da linhagem Cobb, provenientes da mesma matriz com idade de 43 semanas. Os pintainhos, após 8 a 16 horas de nascidos no incubatório da Perdigão, foram levados para a Granja Experimental Aparecida e, logo em seguida colocados nos boxes do Aviário N.º 3 de frangos de corte para o experimento. As aves foram separadas em 12 lotes (cada tratamento com 4 repetições) com 70 aves em cada box, com densidade de 12 frangos/ m² (Figura 11).

O experimento foi iniciado com um dia de vida das aves e foi finalizado com 32-33 dias de idade. Até os sete dias de idade, as aves foram alimentadas com a ração inicial 1 (F1); no 7º dia, as aves foram colocadas em uma caixa e pesadas; posteriormente foram alimentadas com a ração inicial 2 (F2). No 21º dia, foram pesadas novamente e mudou-se para a ração de crescimento (F3). Até essa idade a ração fornecida para as aves continha antibióticos e promotores de crescimento. Aos 26 dias, as aves foram pesadas novamente, e a ração trocada, agora, para a fase final, com a presença de vitaminas. O abate ocorreu aos 32-33 dias, quando as aves atingiram em média 1500 g. Todo o procedimento para a formulação da ração e alimentação das aves foi rigorosamente padronizado, mudando-se apenas o milho (testemunha, tratado com terra de diatomácea e tratado com inseticida).



Figura 11. A.; Vista interna da Granja e B; Box onde as aves alimentadas com ração fabricada com milho alto óleo foram criadas, na Granja Experimental Aparecida, Videira – SC.

O aviário tinha piso de concreto e laterais abertas, cobertas com cortinas. A temperatura interna foi controlada através de campânulas de gás (GLP) de acordo com as necessidades dos frangos em cada idade (aproximadamente 30°C). A umidade interna foi controlada de acordo com a umidade ambiente e a luminosidade era natural. O sistema de alimentação das aves foi manual com comedouros tubulares e bebedouros tipo *nipple* (Figura 12). A alimentação era à vontade para todas as aves, que foram criadas em cama de maravalha reutilizada pela terceira vez.



Figura 12. Comedouro para aves com ração preparada com milho alto óleo, na Granja Experimental Aparecida, Videira – SC.

Durante o período de criação foram observados e registrados a massa média corporal, ganho de massa diário, conversão alimentar, consumo de ração e taxa de sobrevivência aos 7, 21, 26 e 32 dias, conforme definição a seguir:

Massa Corporal - corresponde a massa viva das aves em cada uma das pesagens;

Ganho de massa diário - corresponde a massa média inicial subtraída da massa média final, dividida pelo número de dias entre as pesagens;

Conversão alimentar - obtido através da divisão do consumo de ração total dividido pelo ganho de massa total das aves;

Consumo de ração - corresponde ao consumo de ração pelas aves;

Percentual de mortalidade - obtido através da divisão do número de aves mortas pelo número de aves existentes no box no início do período.

2.5. Análise dos dados

Todas as informações foram registradas no software Rastreabilidade de Grãos (RG), para se rastrear a qualidade do milho alto óleo em duas direções, do recebimento até o processamento da ração e consumo e vice-versa.

Os dados do monitoramento com as armadilhas caladores foram analisados pela análise de variância ANOVA, seguida da comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, no programa Statistica 6.0. Os resultados das coletas com as armadilhas caladores e gaiolas foram tratados graficamente no programa Sigma Plot[®] 8.0. Para a análise da distribuição espacial das espécies foi utilizado o programa Surfer[®] 6.04 da Golden Software.

Para a análise estatística do experimento de desempenho de frangos de corte foi utilizado o programa SAEG 8.0/ 1999, da Universidade Federal de Viçosa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como todos os procedimentos (metodologia e resultados) foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos, para se ter uma avaliação completa da rastreabilidade do caso estudado, faz-se necessário acessar o CD anexo. Os resultados e discussões apresentados a seguir resumem a análise dos dados documentados no software, apresentando, de acordo com a natureza do dado, o tratamento gráfico, estatístico e algumas telas para ilustrar o sistema de registro.

3.1. Recebimento e classificação do milho alto óleo

Segundo os registros desta etapa, documentados no software RG, o milho alto óleo para os experimentos procedia do mesmo associado e, ao ser recebido na cooperativa, foi separado em seis lotes que foram devidamente cadastrados para fins da rastreabilidade (Figura 13). Apenas os dados mais importantes referentes à etapa de produção foram registrados: a área plantada com o milho alto óleo foi de 12 ha, com uma produção de 70 t, o grão foi colhido com uma média de 24% de umidade e tinha as características indicadas na Tabela 2, quando foi recebido na cooperativa.



Figura 13. Tela de registro das informações dos lotes de milho alto óleo recebidos na Cooperativa Castrolanda, no software Rastreabilidade de Grãos.

Tabela 2. Características dos lotes de milho alto óleo recebidos na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, utilizados para a formulação de ração para o experimento de desempenho de frangos de corte.

Lote	Data	Massa (kg)	Impureza%	Ardidos%	Umidade%	Proteína%	Óleo%
1	11/03/04	11988	2,5	4,0	23,8	9,0	7,0
2	11/03/04	11939	2,5	5,0	24,1	9,6	6,7
3	11/03/04	11416	3,0	3,5	24,5	9,1	6,9
4	11/03/04	11886	4,5	2,5	23,9	9,8	6,7
5	11/03/04	11848	3,0	3,0	23,9	9,2	6,8
6	12/03/04	10923	2,5	3,5	23,6	9,1	6,7

A Figura 14 apresenta o registro de um dos lotes de milho que, como os demais, estava dentro do padrão de qualidade exigido pela cooperativa (até 5% de impurezas, 6% de grãos ardidos e teor de óleo acima de 6%). Rostagno (1993) ressalta que os grãos de má qualidade têm o valor nutricional prejudicado em relação ao grão normal, por alteração da composição química, diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes, presença de fatores anti-nutricionais e proliferação de fungos com ou sem produção de micotoxinas.

Como os lotes eram uniformes, foram misturados na moega, armazenados em um silo-pulmão e passaram pelas máquinas de pré-limpeza para a retirada das impurezas presentes. No secador de fluxo misto com capacidade para 100 t/h, a secagem foi realizada em uma temperatura de 80°C até atingir 13-14% de umidade do grão. O lote foi armazenado em armazém graneleiro sem tratamento preventivo por três meses e recebeu um expurgo com fosfina neste período, antes dos tratamentos.

Processo 3: Classificação	
Impurezas ou matérias estranhas:	2,5%
Grãos danificados por fungos:	4,0%
Grãos danificados por insetos:	
Umidade do grão:	23,8%
Teste transgênico:	não
Classe:	1
Cor:	amarelo
Textura:	semiduro.
Proteína:	9,0%
Óleo:	7,0%
Nome do responsável:	João

Figura 14. Tela de classificação do lote 1 de milho alto óleo no software Rastreabilidade de Grãos.

3.2. Análise de amostras de grãos

Segundo os registros do software RG, foram realizados os seguintes procedimentos para a detecção de infestação por insetos e variação da umidade do grão no início (24/06/04) e ao final dos experimentos (16/10/04): inspeção visual por peneiramento, infestação interna e variação de umidade inicial do milho no graneleiro em quatro pontos, com 2 kg cada, e uma análise final nos big bags, 2 kg de cada um, num total de quatro amostras por tratamento e na testemunha (controle).

Através da inspeção visual e da avaliação da infestação interna da amostra inicial do milho não foi detectada a presença de nenhum inseto na massa de grãos. No final do experimento, houve a presença de insetos adultos na análise visual na testemunha e nos tratamentos com terra de diatomácea e inseticida, conforme apresentado na Figura 15.

Não houve infestação interna nos grãos tratados com terra de diatomácea e inseticida; pela análise de duas repetições de 100 grãos de milho submersos em água por 24 horas e cortados longitudinalmente (Brasil 1992). Mas na testemunha ocorreu a presença de 14 espécimes de *S. zeamais* (larva e pupa). É importante destacar que os big bags não foram infestados artificialmente e a ocorrência de insetos pode indicar a presença de ovos ou larvas no grão ou mesmo a entrada dos insetos após os tratamentos, pode também refletir as condições sanitárias do produto e do local de armazenamento, com a influência de fatores ambientais e dos tratamentos para proteção dos grãos. As Figuras 16 e 17 mostram, respectivamente, fotografias de microscopia eletrônica da terra de diatomácea e do aspecto do tegumento do corpo e da antena de *S. zeamais* com e sem tratamento com terra de diatomácea.

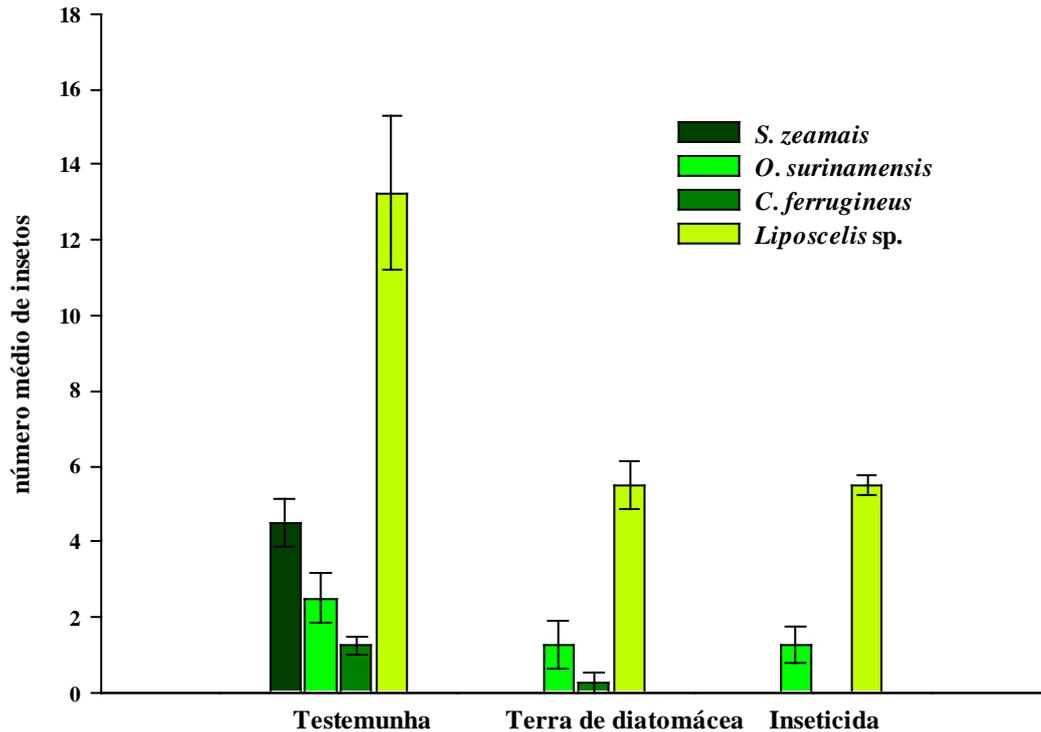


Figura 15. Número médio dos insetos adultos (\pm EP) encontrados nas amostras de milho alto óleo tratado com terra de diatomácea, inseticida e na testemunha, por inspeção visual, nas amostras finais do experimento na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

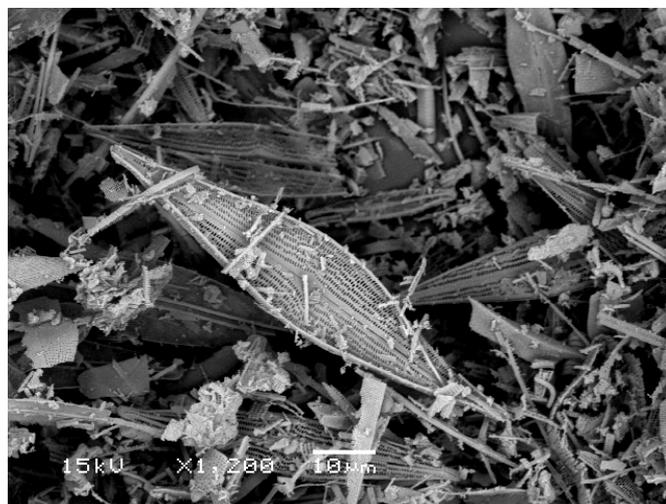


Figura 16. Esqueletos de dióxido de sílica de alga diatomácea (microscopia eletrônica de varredura) que compõe o produto Keepdry[®], utilizado para o controle de insetos no experimento do milho alto óleo, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

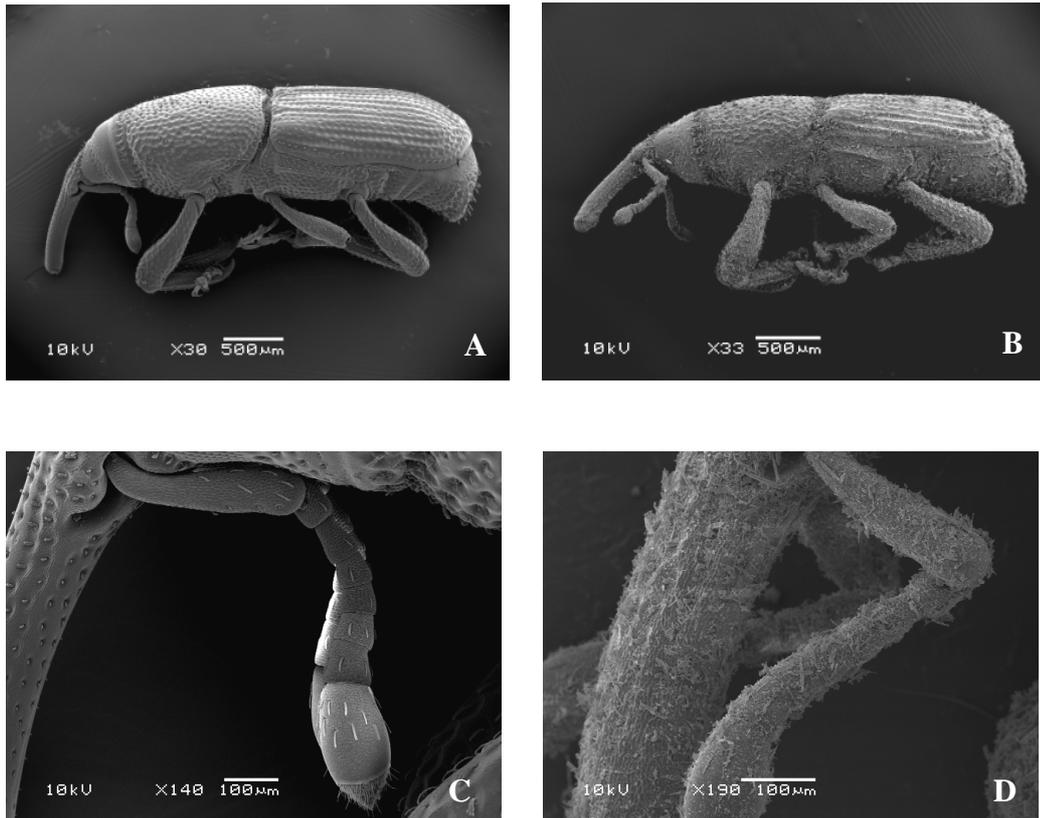


Figura 17. Eletromicrografias de *S. zeamais*; A e C. Corpo e antena, respectivamente, sem tratamento com terra de diatomácea; B e D. Corpo e antena, respectivamente, com partículas de terra de diatomácea a 750 g/t adsorvidas na epicutícula.

O gorgulho-do-milho, *S. zeamais*, foi detectado somente nas amostras finais da testemunha, num total de 18 espécimes. A espécie foi confirmada por exame da genitália. Os tratamentos com terra de diatomácea e inseticida mantiveram a população desta espécie sob controle.

O besourinho-dos-grãos, *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Silvanidae), foi detectado nas amostragens finais na testemunha (10 espécimes) e nos tratamentos com terra de diatomácea e inseticida (5 espécimes em cada tratamento). A espécie não tem respondido significativamente ao controle com tratamentos químicos, e, segundo Lorini (2001) é a primeira espécie a recolonizar a massa de grãos após a aplicação de inseticidas.

A espécie *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) foi encontrada em pequeno número nas amostras finais na testemunha (5 espécimes) e no tratamento com terra de diatomácea (1 espécime).

Uma espécie não determinada de *Liposcelis* (Psocoptera: Liposcelidae) foi o inseto predominante na testemunha, com 53 espécimes. Nos dois tratamentos, com terra de diatomácea e inseticida, também estava presente nas amostras finais, com um total de 22 espécimes em cada tratamento. Os psocópteros são pragas cosmopolitas associadas aos grãos armazenados. Algumas espécies se reproduzem por partenogênese e são abundantes durante os períodos mais quentes do ano (Sinha 1988). Nos grãos armazenados não causam danos diretos, mas sim de forma indireta pela grande quantidade de insetos presentes na massa de grãos e nas estruturas armazenadoras, levando a contaminação dos subprodutos (Lorini 2002). Porém, alguns autores têm relatado que os psocópteros causam perda de massa e qualidade nos grãos (Rees & Walker 1990), particularmente se o teor de umidade dos grãos for elevado (Turner 1994). Mills *et al.* (1992) associaram os danos causados por psocópteros com a presença do crescimento localizado de fungos, que é seu alimento preferido. Outros autores relatam casos de alergias, rinites, conjuntivites e asma provocadas por esses insetos aos seres humanos e aos animais (Jeebhay *et al.* 2001; Arlian 2002).

Rees (2002) cita que as espécies de *Liposcelis* têm sido mais frequentemente encontradas em grãos armazenados a partir da década de 1990 e que hoje se tornou em várias regiões do mundo a praga que infesta inicialmente o grão, o que torna necessário o início da aplicação de fumigantes ou protetores de grãos. Há registros de resistência dessa praga à fosfina (Nayak *et al.* 2002; Athié & Mills 2005) e aos principais inseticidas utilizados convencionalmente (Ding 2004). Outra explicação para a infestação em sistemas de armazenagens limpos é o fato do aumento da umidade do ambiente pela lavagem em pisos perfurados e poços de elevadores (Faroni – comunicação pessoal).

Em armazéns graneleiros e silos, as inspeções visuais cuidadosas da massa de grãos e das estruturas auxiliam na detecção precoce de infestações (Mills & Pedersen 1990). Contudo, as armadilhas podem detectar insetos que não estão ativos durante a inspeção visual e têm sido usadas para identificar as áreas da estrutura armazenadora que precisam ser monitoradas para infestação de insetos (Platt *et al.* 1998).

A Figura 18 mostra uma tela do software RG para exemplificar o registro da amostragem de grãos para a detecção de infestação por insetos.

Processo 33: Análise do grão
Data: 16/10/2004
Tipo de amostragem: caneca
Número de amostras: 4
Peso das amostras: 2 kg
Umidade do grão (%): 11,8
Total de insetos: 28
Nome do responsável: Carlos
Informações adicionais: análise de infestação interna

Figura 18. Tela de análise do grão da amostra final de milho alto óleo do tratamento com terra de diatomácea para o controle de insetos, no software Rastreabilidade de Grãos.

A umidade inicial média dos grãos foi de 13% para todos os tratamentos. Na avaliação final houve uma pequena queda na umidade dos grãos: 12,5% para a testemunha, 11,8% para o tratamento com terra de diatomácea e 12,4% para o tratamento com inseticida. Os grãos tratados com terra de diatomácea tiveram uma umidade mais baixa que nos demais tratamentos, em função de sua propriedade absorptiva. Resultado semelhante foi encontrado por Morás *et al.* (2006), em que grãos de arroz tratados com Keepdry® a 1000 g/t tiveram uma redução na umidade dos grãos de 13,9% para 12,1% após dois meses de armazenagem, em função das condições de temperatura e umidade do ambiente dos experimentos.

Os dados de temperatura e umidade do ambiente no período do experimento estão registrados no Anexo 1.

3.3. Monitoramento de insetos com armadilhas

3.3.1. Armadilha Calador

O monitoramento de insetos com as armadilhas caladores foi realizado para detectar a infestação de insetos na massa de grãos nos big bags dos tratamentos. As armadilhas foram colocadas na camada superficial, ou seja, nos 30 cm superiores, pois, segundo Hagstrum *et al.* (1998), a maior concentração de insetos se dá nesta camada e, assim, o resultado da captura reflete melhor a condição de infestação dos grãos por insetos.

O resultado das capturas de insetos capturados nos big bags com as armadilhas caladores foi registrado no software e, a partir deste registro, foi elaborada a Tabela 3.

Os caladores do big bags da testemunha capturaram um número significativo de insetos em relação aos caladores dos tratamentos. O início da infestação na testemunha ocorreu antes do que nos tratamentos dos grãos nos big bags (Tabela 3).

Tabela 3. Número médio de insetos adultos capturados em cinco armadilhas caladores, em quatro repetições, no milho alto óleo tratado com terra de diatomácea (1 kg/t), inseticidas bifentrin + pirimifós-metil (8 ml/t cada) e na testemunha sem tratamento, em big bags de 1 t, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, no período de 02/07 a 14/10/04.

	02/07	13/07	28/07	17/08	01/09	16/09	30/09	14/10
Testemunha	0 a	0 a	0 a	0 a	10 a	12,5 a	25,2 a	33 a
Terra de Diatomácea	0 a	0 a	0 a	0 a	0 b	4,5 b	7,7 b	13,2 b
Inseticida	0 a	0 a	0 a	0 a	0 b	4,5 b	5,7 b	9 b

Para cada data, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Durante o período de monitoramento de insetos com as armadilhas caladores, foram registrados os dados de temperatura dos grãos, com o termossensor da armadilha (Anexo 2). Os resultados mostram uma relação positiva entre o aumento da temperatura e das populações dos insetos. Cogan (1990) registrou um declínio na captura de insetos com a diminuição da temperatura do grão e atribuiu o fato à redução da atividade do inseto em temperaturas mais baixas (10 a 14°C).

A Figura 19 mostra o aquecimento da massa de grãos ao longo do período do experimento. Comparando essa figura com a incidência de insetos na testemunha e nos tratamentos fitossanitários, pode-se verificar o aparecimento de insetos a partir dos 53 dias de armazenamento do milho alto óleo sem tratamento, quando a temperatura começou a aumentar; enquanto que nos tratamentos fitossanitários os insetos foram registrados a partir dos 68 dias de armazenamento, também com o aumento da temperatura da massa de grãos.

A temperatura dos grãos é um dos elementos de maior efeito sobre a população de insetos. Temperaturas baixas, inferiores a 17°C, em geral, limitam o desenvolvimento da maioria das espécies pragas de grãos armazenados e também diminuem o seu metabolismo, fazendo com que não se movam normalmente na massa de grãos (Gassen 1996), resultando em uma menor captura com as armadilhas caladores.

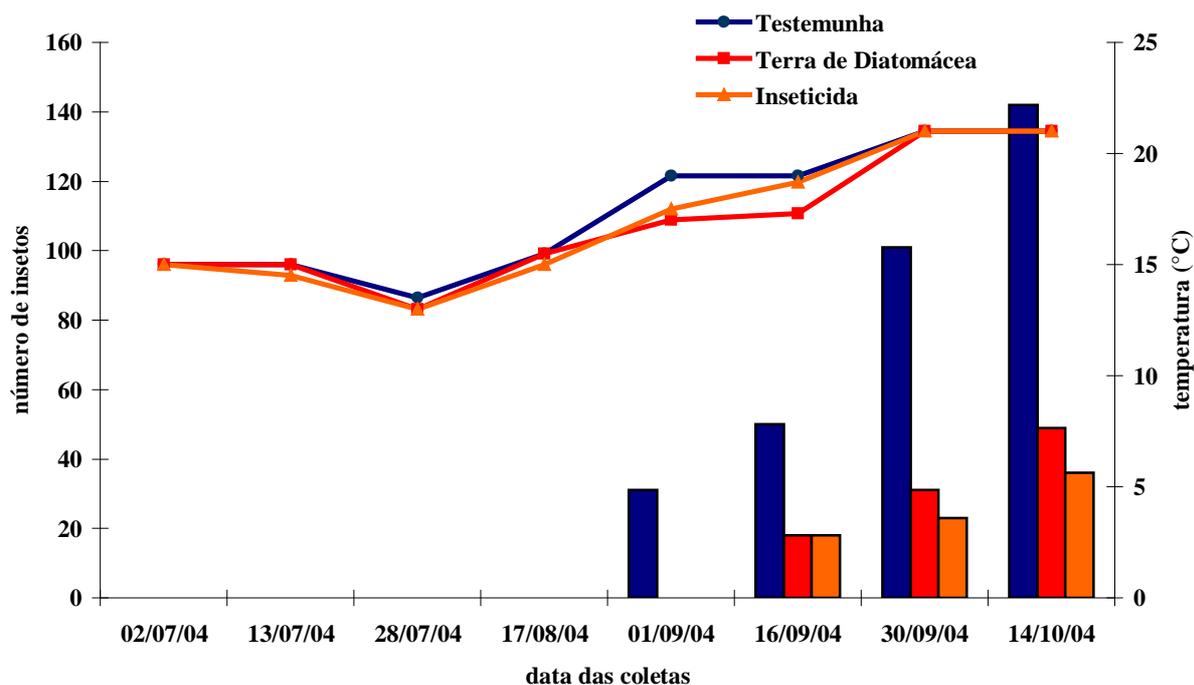


Figura 19. Temperatura da massa de grãos (linhas) e número total de insetos coletados (barras) nas armadilhas caladores durante o período de experimento com milho alto óleo tratado com terra de diatomácea, inseticida e na testemunha em big bags de 1 t, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Na testemunha, foram capturadas as seguintes espécies a partir dos 53 dias de armazenamento: *Liposcelis* sp. (131 espécimes), *S. zeamais* (88 espécimes), *O. surinamensis* (72 espécimes) e *C. ferrugineus* (33 espécimes) (Figura 20 A).

No tratamento com terra de diatomácea, os insetos começaram a surgir a partir de 68 dias de armazenamento. As espécies que ocorreram nos quatro big bags foram: *Liposcelis* sp. (68 espécimes), *O. surinamensis* (22 espécimes) e *C. ferrugineus* (8 espécimes) (Figura 20 B).

No tratamento com inseticidas, os insetos também começaram a surgir a partir de 68 dias de armazenamento. As espécies que ocorreram nos big bags foram: *Liposcelis* sp. (59 espécimes), *O. surinamensis* (18 espécimes) (Figura 20 C).

Os resultados demonstram que na testemunha houve um número significativamente maior da espécie *Liposcelis* sp. e que nos tratamentos fitossanitários não houve a presença da praga primária *S. zeamais* (Tabela 4). Resultado semelhante ocorreu nas amostras finais dos big bags do experimento, não sendo detectada a presença de *S. zeamais* nos tratamentos com terra de diatomácea e inseticida, mostrando a eficácia destes produtos para o controle deste inseto.

Tabela 4. Número médio das principais espécies capturadas em cinco armadilhas caladores, em quatro repetições, no milho alto óleo tratado com terra de diatomácea (1 kg/t), inseticidas bifentrin + pirimifós-metil (8 ml/t cada) e na testemunha sem tratamento, em big bags de 1 t, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, no período de 02/07 a 14/10/04.

	<i>S. zeamais</i>	<i>O. surinamensis</i>	<i>C. ferrugineus</i>	<i>Liposcelis sp.</i>
Testemunha	0,55 a	0,45 a	0,2 a	0,82 a
Terra de Diatomácea	0 b	0,16 b	0,05 b	0,42 b
Inseticida	0 b	0,11 b	0 b	0,37 b

Para cada tratamento, médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como comentado nos resultados das amostras finais de grãos, a presença de *O. surinamensis* nos big bags tratados com inseticidas suporta os estudos de Conyers *et al.* (1998) e Beckel *et al.* (2006) que indicam a resistência dessa praga aos inseticidas utilizados.

No tratamento com terra de diatomácea, quanto à presença de insetos, também se faz necessário estudos futuros para verificar a possibilidade da resistência de insetos à terra de diatomácea, porém, não existem muitos relatos em relação à resistência de insetos de grãos armazenados a este produto, mas diversos autores consideram a possibilidade de sua ocorrência (Korunic & Ormesher 1998; Rigaux *et al.* 2001). No trabalho de Korunic & Fields (1998), foi relatada a diferença de susceptibilidade à terra de diatomácea para diferentes espécies, sendo que as espécies de *Cryptolestes* e *Oryzaephilus* são as mais suscetíveis.

Em relação à posição das cinco armadilhas caladores, houve diferença significativa no número de insetos coletados na armadilha localizada no centro do big bag. Loschiavo (1985) demonstrou que armadilhas caladores localizadas no centro dos silos e em uma profundidade de até 1 m capturaram um maior número de insetos do que as armadilhas localizadas próxima a periferia dos silos.

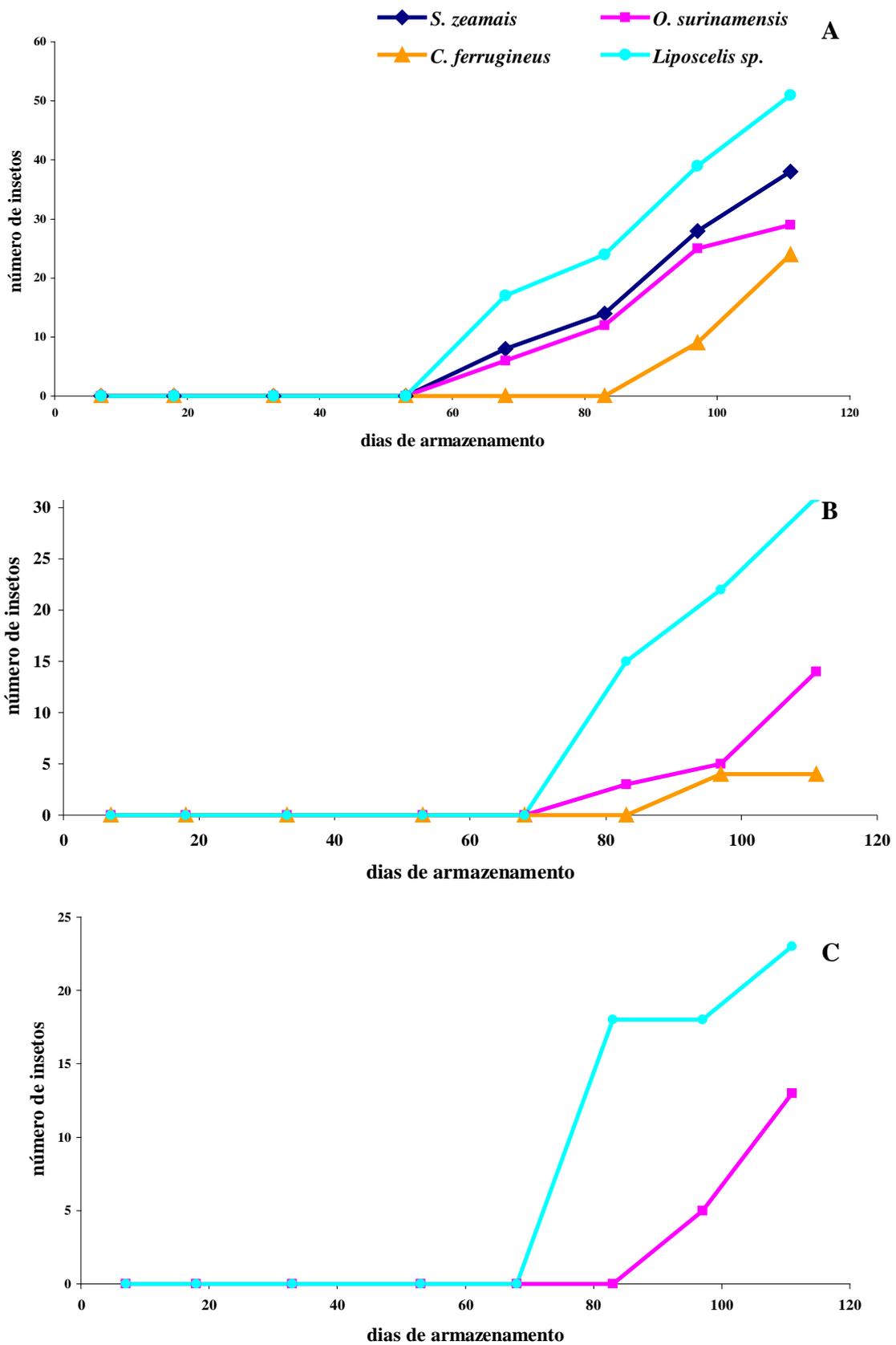


Figura 20. Captura total de insetos em cinco armadilhas caladores em big bags com milho alto óleo: A; sem tratamento (testemunha), B; terra de diatomácea e C; bifentrin + pirimifós-metil no período de 02/07 a 14/10/04, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Segundo Hagstrum *et al.* (1998), o monitoramento com armadilha calador é uma ferramenta muito utilizada para a amostragem e detecção de insetos em grãos armazenados. Estas armadilhas são eficientes e confiáveis na captura de insetos que se deslocam na massa de grãos e que dificilmente seriam detectadas na inspeção visual dos grãos, mesmo sem o uso de qualquer atrativo para os insetos (Buchelos & Athanassiou 1999).

A Figura 21 apresenta um exemplo do registro do monitoramento com armadilhas caladores no software RG.

The screenshot shows a software interface with a tree view on the left and a data entry form on the right. The tree view is titled 'CADASTRADOS' and includes categories like 'Entidades', 'Fases', and 'Processos'. The data entry form is titled 'Processo 1: Monitoramento da armadilha calador' and contains the following fields:

Processo 1: Monitoramento da armadilha calador	
Data:	02/07/2004
Número da armadilha:	1
Temperatura ambiente (Celsius):	25
Temperatura do grão (Celsius):	15
Umidade relativa:	46%
Umidade do grão:	12,9%
Insetos:	0 Quantidade:

Figura 21. Tela de registro do monitoramento de insetos com armadilha calador no software Rastreabilidade de Grãos.

3.3.2. Armadilha Gaiola

O monitoramento com as armadilhas gaiolas foi realizado para detectar focos de insetos na estrutura armazenadora, sendo que os resultados de captura podem ser usados como referência para a adoção das medidas de limpeza e manejo de insetos na estrutura armazenadora. Foram utilizadas cinco armadilhas contendo atrativo alimentar na área onde os big bags ficaram armazenados. Os resultados mostraram que as espécies que mais ocorreram na estrutura armazenadora foram *S. zeamais* (34%) (Figura 22), *C. ferrugineus* (36%) (Figura 23) e *O. surinamensis* (26%) (Figura 24). Outros coleópteros como *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) e *R. dominica* representaram respectivamente, 2% e 1% do total dos insetos coletados nestas armadilhas.

As armadilhas gaiolas 1 e 3 começaram a capturar insetos desde o primeiro dia de monitoramento e o número de insetos coletados nas armadilhas foi aumentando de acordo com a temperatura (Figura 25).

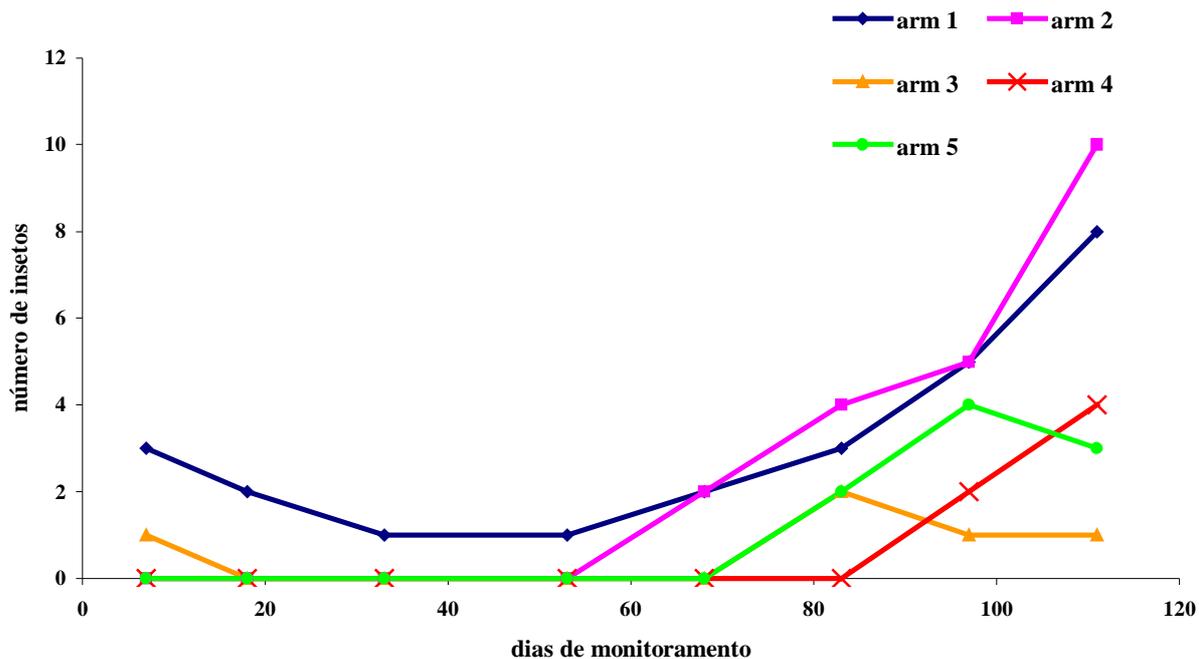


Figura 22. Número total de *S. zeamais* coletados em cinco armadilhas gaiolas na estrutura armazenadora da Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, no período de 02/07 a 14/10/04.

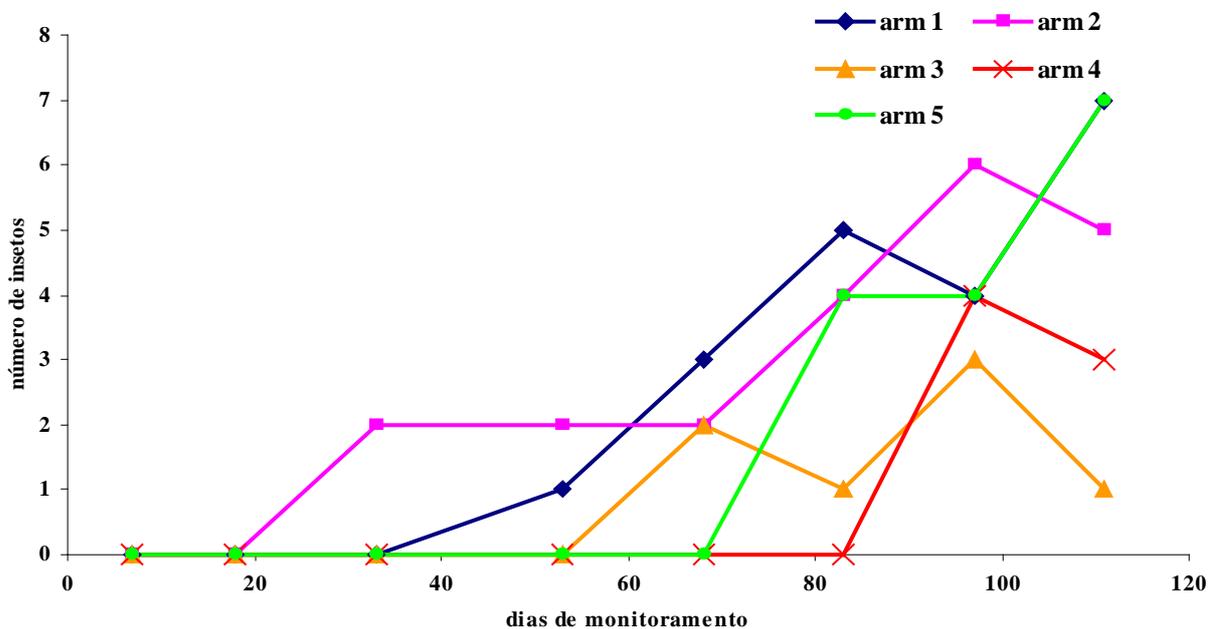


Figura 23. Número total de *C. ferrugineus* coletados em cinco armadilhas gaiolas na estrutura armazenadora da Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, no período de 02/07 a 14/10/04.

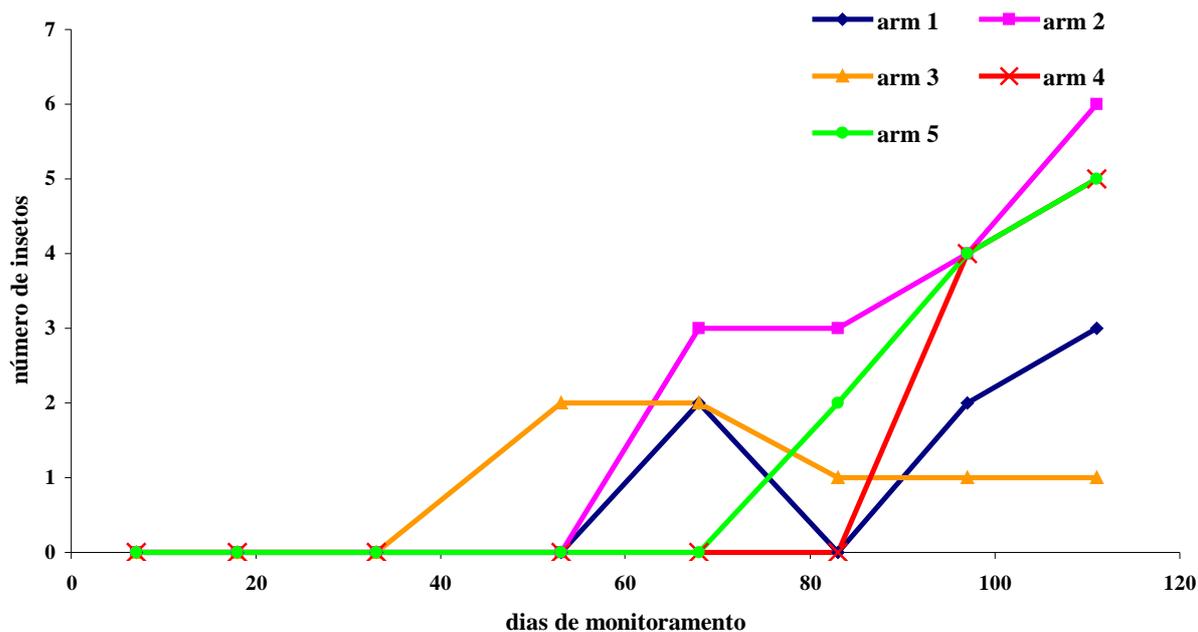


Figura 24. Número total de *O. surinamensis* coletados em cinco armadilhas gaiolas na estrutura armazenadora da Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, no período de 02/07 a 14/10/04.

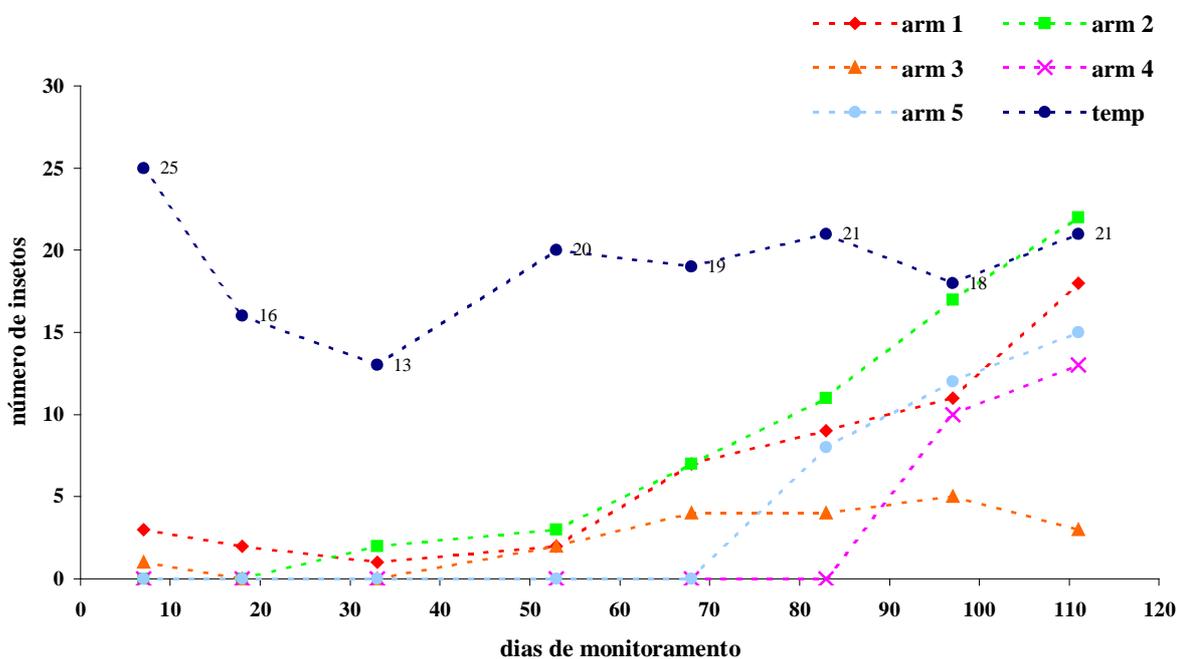


Figura 25. Número total de insetos coletados nas cinco armadilhas gaiola e temperatura média ambiente na estrutura armazenadora da Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, no período de 02/07 a 14/10/04, em relação à temperatura ambiente.

As maiores capturas, em ordem decrescente, foram nas armadilhas 2, 1, 5, 4, 3. A partir dos resultados do número total de insetos capturados nessas armadilhas, foi confeccionado um mapa de risco de infestação do local onde os big bags estavam armazenados (Figura 26). Conforme a probabilidade de infestação, as áreas foram designadas como de alto, médio e baixo risco, sendo as áreas de maior risco em torno das armadilhas que mais capturaram insetos durante o período de monitoramento. Nas áreas indicadas em vermelho (alto risco) foram encontrados grãos derramados no piso, próximo às duas primeiras armadilhas, o que explica o maior número de insetos nas mesmas (Figura 27). De acordo com Trematerra *et al.* (2004), este mapa permite localizar focos de insetos para facilitar a determinação das práticas de manejo e seu direcionamento com maior precisão.

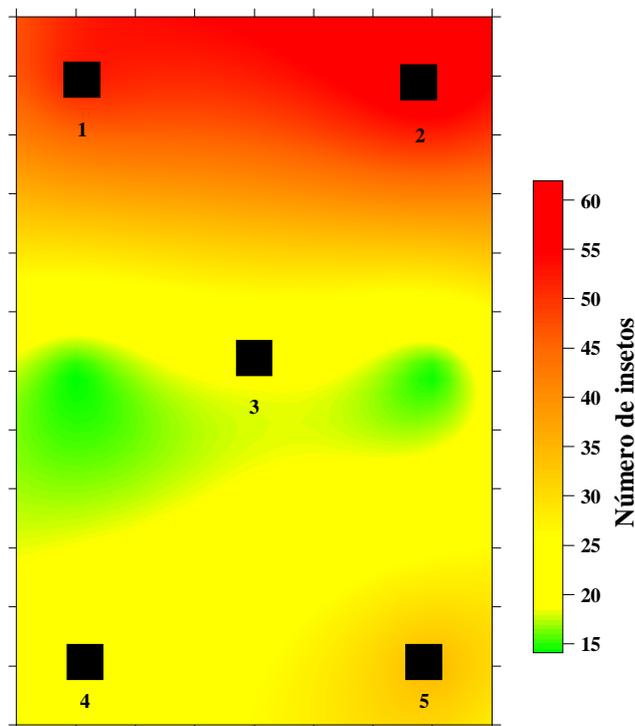


Figura 26. Mapa de risco de infestação baseado no número de insetos capturados em cinco armadilhas gaiola (■) na área externa próximas a big bags de 1 t com milho alto óleo, no período de junho a outubro de 2004, Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.



Figura 27. Pilha de grãos próxima ao local do armazenamento de big bags de 1 t com milho alto óleo, Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, junho a outubro de 2004.

3.4. Avaliação do desempenho de frangos de corte tratados com ração fabricada com milho alto óleo

Os resultados obtidos pelas médias das quatro repetições dos boxes nas aves tratadas com milho alto óleo sem tratamento (testemunha) e tratado com terra de diatomácea e inseticida para controle de insetos foram os seguintes:

3.4.1. Massa Média Corporal

A massa média inicial, aos 7, 26 dias e 32 dias não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Aos 21 dias a massa média corporal das aves que se alimentaram com a ração formulada com o milho alto óleo tratado com inseticida foi significativamente maior do que o tratamento com terra de diatomácea e da testemunha (Tabela 5). A Figura 28 mostra as aves de 21 dias.



Figura 28. A; Pesagem das aves e B; Box com aves de corte de 21 dias alimentadas com ração de milho alto óleo, na Granja Experimental Aparecida, Videira – SC.

Tabela 5. Massa média corporal (kg) das aves alimentadas com ração formulada a partir de lotes de milho alto óleo tratado com terra de diatomácea (1 kg/t), inseticidas bifentrin + pirimifós-metil (8 ml/t cada) e testemunha (sem tratamento), na Granja Experimental Aparecida em Videira – SC.

Massa Média Corporal	Testemunha	Terra de diatomácea	Inseticida
Inicial	0,050 a	0,050 a	0,050 a
7 dias	0,162 a	0,168 a	0,167 a
21 dias	0,812 b	0,825 ab	0,834 a
26 dias	1,153 a	1,160 a	1,170 a
32 dias	1,580 a	1,590 a	1,614 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4.2. Ganho de Massa Diário

A média de ganho de massa diário do 1° dia ao 7° dia e do 1° dia ao 21° dia no milho alto óleo tratado com terra de diatomácea e inseticida foram significativamente maiores do que na testemunha. A média de ganho de massa do 1° dia ao 26° dia e do 1° dia ao 32° dia não foi significativamente diferente para os tratamentos e para a testemunha (Tabela 6).

Tabela 6. Média de ganho diário de massa (kg) das aves alimentadas com ração formulada a partir de lotes de milho alto óleo tratado com terra de diatomácea (1 kg/t), inseticidas bifentrin + pirimifós-metil (8 ml/t cada) e testemunha (sem tratamento), na Granja Experimental Aparecida em Videira – SC.

Média de Ganho Diário de Massa	Testemunha	Terra de diatomácea	Inseticida
1 – 7 dias	0,016 b	0,017 a	0,017 a
1 – 21 dias	0,036 b	0,037 a	0,037 a
1 – 26 dias	0,042 a	0,043 a	0,043 a
1 – 32 dias	0,048 a	0,048 a	0,049 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4.3. Conversão Alimentar

A conversão alimentar média das aves não teve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha aos 7, 26 e 32 dias. No intervalo entre o 1º e o 21º dia houve diferença significativa na conversão alimentar entre as aves alimentadas com ração formulada de milho alto óleo, sem tratamento para controle de insetos, e a ração formulada com milho alto óleo, tratado com terra de diatomácea e inseticida (Tabela 7).

Tabela 7. Média da conversão alimentar (kg) das aves alimentadas com ração formulada a partir de lotes de milho alto óleo, tratado com terra de diatomácea (1 kg/t), inseticidas bifentrin + pirimifós-metil (8 ml/t cada) e testemunha (sem tratamento), na Granja Experimental Aparecida em Videira – SC.

Média da Conversão Alimentar	Testemunha	Terra de diatomácea	Inseticida
1 – 7 dias	1,053 a	1,027 a	1,055 a
1 – 21 dias	1,363 a	1,346 b	1,347 b
1 – 26 dias	1,450 a	1,447 a	1,451 a
1 – 32 dias	1,559 a	1,554 a	1,549 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4.4. Consumo de Ração

A média de consumo de ração pelas aves aos 7, 21, 26 e 32 dias foi significativamente maior para a ração formulada com milho alto óleo tratado com inseticida, em relação às rações preparadas com milho alto óleo sem tratamento e tratado com terra de diatomácea e inseticida (Tabela 8).

Tabela 8. Média de consumo de ração (kg) formulada a partir de lotes de milho alto óleo tratado com terra de diatomácea (1 kg/t), inseticidas bifentrin + pirimifós-metil (8 ml/t cada) e testemunha (sem tratamento), na Granja Experimental Aparecida em Videira – SC.

Média de Consumo de Ração	Testemunha	Terra de diatomácea	Inseticida
1 – 7 dias	0,119 b	0,122 ab	0,125 a
1 – 21 dias	1,049 b	1,054 ab	1,063 a
1 – 26 dias	1,611 b	1,607 b	1,626 a
1 – 32 dias	2,397 b	2,406 ab	2,440 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4.5. Taxa de Sobrevivência

A taxa média de sobrevivência foi alta para as aves alimentadas com ração formulada com milho alto óleo sem tratamento e tratado com terra diatomácea e inseticida, sem diferença significativa entre elas (Tabela 9).

Tabela 9. Taxa média de sobrevivência (%) das aves alimentadas com ração formulada a partir de lotes de milho alto óleo tratado com terra de diatomácea (1 kg/t), inseticidas bifentrin + pirimifós-metil (8 ml/t cada) e testemunha (sem tratamento), na Granja Experimental Aparecida em Videira – SC.

Período	Taxa Média de Sobrevivência		
	Testemunha	Terra de diatomácea	Inseticida
1 – 7 dias	100%	100%	98,9%
1 – 21 dias	98,5%	97,8%	98,2%
1 – 26 dias	98,5%	97,8%	97,8%
1 – 32 dias	98,5%	97,8%	97,5%

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A presença de insetos nos lotes de milho alto óleo nos três tratamentos (testemunha, terra de diatomácea e inseticida) foi considerada baixa, devido à boa qualidade sanitária inicial do grão e ao armazenamento nos big bags, que minimizou infestações posteriores durante o período de armazenamento. Lopes *et al.* (1988) discutem que os valores de desempenho podem não ser um bom indicativo para problemas de insetos em milho, mesmo com alta infestação. Os mesmos autores, trabalhando com níveis crescentes de infestação de grãos de milho por *S. zeamais*, esperavam que os parâmetros ganho de massa, consumo de ração e conversão alimentar fossem significativamente alterados nas aves, fato que não ocorreu nos seus experimentos e nem neste, apesar da natureza diferente da pesquisa.

Os insetos podem causar alterações nutricionais no grão de milho como: aumento do nível de ácido graxo livre, quebra de proteínas, carboidratos e vitaminas, aumento do teor de alfa amilase, importante na indústria de panificação e na germinabilidade da semente (Lopes *et al.* 1988). Neste aspecto a ração formulada com milho infestado pode ser corrigida no seu teor nutricional com outros ingredientes, não alterando a composição nutricional final. Contudo, a qualidade da ração fica prejudicada e pode ocorrer alterações no metabolismo das aves se ocorrer infestação por insetos e fungos (Stringhini *et al.* 2000).

Também, o custo da ração aumenta, pois os produtos que serão adicionados para corrigir o índice nutricional, como óleo de soja e aminoácidos sintéticos, têm alto custo. Do ponto de vista dos nutricionistas e avicultores, os grãos são as maiores fontes de energia e aminoácidos para os animais e, além disso, eles não consideram apenas a concentração total de nutrientes, mas o grau de digestibilidade desses nutrientes pelas aves. Para os avicultores, a qualidade dos grãos é essencial para o desempenho animal e aumento da rentabilidade. Como o milho alto óleo, que lhes traz uma economia de 5 a 10% no custo das rações devido ao seu alto nível nutricional.

Nesse experimento não houve diferença significativa para o resultado de desempenho das aves alimentadas com ração preparada a partir de milho alto óleo sem tratamento para controle de insetos e tratado com terra de diatomácea e inseticida, pois as rações seguiram sempre os mesmos padrões para atender às exigências nutricionais das aves tratadas.

O ganho em se fazer os registros do milho alto óleo, mantendo a sua identidade preservada e possibilitando a sua rastreabilidade de acordo com os tratamentos realizados, está na fábrica de rações. Pois, se houvesse qualquer problema - contaminação ou irregularidade em um dos lotes de milho alto óleo – poderia voltar na cadeia e descobrir a causa do problema, sem afetar os outros lotes e processos da indústria. Contudo, nenhum problema de desempenho foi detectado neste experimento, mas a consulta ao software possibilitou o armazenamento das informações e permitisse uma rápida resolução do problema, conforme mencionado acima.

O Brasil, como grande exportador de frangos, precisa se adequar às exigências relativas a sistemas de gestão de segurança alimentar, que é uma questão estratégica para a sobrevivência da indústria avícola, como atividade de exportação e também para a ampliação de mercados.

A segurança alimentar é uma das principais exigências dos mercados consumidores, tanto de alimentos para o homem quanto de rações para animais. Pequenos, médios e grandes produtores rurais que utilizam o milho como ingrediente das dietas de animais devem adotar medidas que melhorem a qualidade do grão, fundamental para o bom desempenho da suinocultura, avicultura e bovinocultura brasileira. Neste momento surge a necessidade da preservação da identidade de grãos, que passam a contar com atributos diferenciados. Essa mudança percorre toda a cadeia produtiva, desde a indústria de sementes – responsável por importantes inovações tecnológicas – até o consumidor final. Segundo Regina & Solferini (2006), um novo arranjo no sistema está vinculado à capacidade dos diversos agentes dos sistemas agroindustriais de coordenar e gerenciar essas relações, principalmente por meio do desenvolvimento de mecanismos de incentivos

e controle, incluindo formas eficientes de rastreabilidade e certificação do produto ao longo da cadeia. Para atender essa atual necessidade, o software Rastreabilidade de Grãos desenvolvido para os registros de todas as fases e processos da cadeia produtiva de frangos de corte mostrou-se como uma ferramenta que possibilita a rastreabilidade ao longo do processo. Esta tecnologia, garante a credibilidade do produto aos consumidores e permite a correção e readequação dos processos quando necessário.

4. CONCLUSÃO

O cadastro das informações, no software Rastreabilidade de Grãos, sobre todos os processos a que os lotes de milho alto óleo são submetidos ao longo do armazenamento, processamento e consumo permitem preservar a identidade da matéria-prima para a ração avícola e recuperar informações para fins de rastreabilidade;

Infestações de pragas primárias e secundárias ocorrem tanto nos grãos quanto na estrutura de armazenamento, sendo detectadas eficientemente pelo processo de monitoramento com armadilhas caladores e gaiolas. Os dados de captura servem como indicativo para determinar o nível de infestação e as áreas de infestação;

Os tratamentos com terra de diatomácea e inseticida foram eficientes para o controle da praga primária *S. zeamais*;

O desempenho dos frangos alimentados com a ração produzida com o milho alto óleo foi considerado satisfatório, sem diferença significativa no ganho de massa e outros parâmetros de desempenho em função dos tratamentos com inseticida e terra de diatomácea.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. A. 1989. Natureza dos danos causados por insetos em grãos armazenados, p. 16-32. In: Anais do Congresso Brasileiro de Entomologia, 1. Campinas – SP.
- Andriguetto, J. M. 1990. Aves, p. 15-77. In: Andriguetto, J. M.; Perly, L.; Minardi, I.; Flemming, J. S.; Gemael, A.; Souza, G. A.; Bona Filho, A. (eds.). Alimentação animal. 3ª edição. Editora Nobel: São Paulo. 425 p.
- Arlian, L. G. 2002. Arthropod allergens and human health. Annual Review of Entomology 47: 395-433.
- Arthur, F. 1996. Grains protectants: current status and prospects for the future. Journal of Stored Product Research 32: 293-302.
- Athié, I. & Mills, K. A. 2005. Resistance to phosphine in stored-grain insect pests in Brazil. Brazilian Journal of Food Technology 8: 143-147.

- Bartov, I & Barzur, A. 1995. The nutritional value of high-oil corn for broiler chicks. *Poultry Science* 74: 517-522.
- Beckel, H. S; Lorini, I.; Lazzari, S. M. N. 2006. Synergistic effect of piperonyl butoxide on the resistance of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae) to deltamethrin and fenitrothion. *Revista Brasileira de Entomologia* 50: 110-114.
- Brasil 1992. Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília – DF, 365 p.
- Brasil 2006. Plano de contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, 61 p.
- Buchelos, C. T. & Athanassiou, C. G. 1999. Unbaited probe traps and grain trier: a comparison of the two methods for sampling Coleoptera in stored barley. *Journal of Stored Products Research* 35: 397-404.
- Caneppele, M. A. B. 2003. Monitoramento da qualidade do grão de milho, *Zea mays* L., armazenamento e processamento. Tese de Doutorado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 130 p.
- Ceruti, F. C. 2003. Técnicas de monitoramento e de controle de insetos em milho armazenado. Dissertação de Mestrado em Entomologia. Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 93 p.
- Chant, D. A. 1964. Strategy and tactics of insect control. *The Canadian Entomologist* 96: 182-201.
- Cogan, P. M. 1990. Aeration, insect movement and the effect of grain temperature. *Aspects of Applied Biology* 25: 407-416.
- Conyers, C. M.; Macnicoll, A. D.; Price, N. R. 1998. Purification and characterisation of an esterase involved in resistance to organophosphorus insecticides in the saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 28: 435–448.
- Dale, N. 1994. Matching corn quality and nutritional value. *Feed Mix* 2: 26-29.
- Desmarchelier, J. M. 2000. Carbon disulfide: strategic options for the industry, p. 162-166. In: Australian Postharvest Technical Conference. Canberra – AU.
- Ding, W. 2004. The relationship between resistance to controlled atmosphere and insecticides of *Liposcelis bostrychidae* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae). *Agricultural Sciences in China* 3: 822-830.
- Engelke, G. L. 1997. Advances in corn hybrids bring change. *Feedstuffs* 1: 29-36.

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1994. Synthèse de l'expérience africaine en amélioration des techniques après-récolte, basée sur les journées techniques d'Accra, Ghana. Roma, 90 p.
- Fargo, W. S.; Eperly, D.; Cuperus, G. W.; Noyes, R. T.; Clary, B. I. 1989. Influence of temperature and duration on the trap capture of stored grain insect species. *Journal of Economic Entomology* 82: 967-973.
- Faroni, L. R. D'Antonino. 1992. Manejo das pragas de grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. *Revista Brasileira de Armazenamento* 17: 36-43.
- Gassen, D. N. 1996. Manejo de pragas associadas à cultura do milho. Passo Fundo – RS, 127 p.
- Godoy, R. C. B. 1999. Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná: prognóstico da cultura do milho. Secretaria de Estado da Agricultura do Paraná, Curitiba, 42 p.
- Hagstrum, D. W.; Flinn, P. W.; Subramanyan, Bh. 1998. Predicting insect density from probe trap catch in farm-stored wheat. *Journal of Stored Products Research* 34: 251-262.
- Hagstrum, D. W.; Flinn, P. W.; Subramanyan, Bh. 2000. Monitoring and decision tools, p. 1-28. In: Subramanyam, Bh. & Hagstrum, D. W. (eds.). *Alternative to pesticides in stored-product IPM*. Kluwer Academic Publishers: Massachusetts. 437 p.
- Halstead, D. G. H. 1986. Keys for the identification of beetles associated with stored products. *Journal of Stored Product Research* 22: 163-203.
- Harein, P. H. & Las Casas, E. 1974. Chemical control of stored-grain insects and associated micro and macro-organisms, p. 232-291. In: Christensen, C. M. (ed.). *Storage of cereal grains and their products*. American Association of Cereal Chemists: St. Paul. 615 p.
- Jeebhay, M. F.; Robins, T. G.; Lehrer, S. B.; Lopata, A. L. 2001. Occupational seafood allergy: a review. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 58: 553-562.
- Korunic, Z. & Fields, P. 1998. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of six diatomaceous earths against three stored product beetles, p. 790-795. In: *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored Product Protection, Beijing – China, V. 1. 987 p.*
- Korunic, Z. & Ormsher, P. 1998. Evaluation and standardized testing of diatomaceous earth, p. 738-744. In: *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored Product Protection, Beijing – China, V. 1. 987 p.*
- Lauer, J. 1995. High oil corn: What are the risks? *Field Crops* 28: 31-33.

- Lazzari, F. A. & Lazzari, S. M. N. 2002. Manejo integrado de fungos e insetos em grãos e subprodutos. Revista Grãos Brasil, ano I, nº 3, p. 30.
- Lima, G. J. M. M. & Nones, K. 1997. Os cuidados com a mistura de rações na propriedade. Embrapa - CNPSA, Concórdia, 29 p.
- Lima, G. J. M. M. & Bellaver, C. 2000. Tendências de especialização de suínos e aves. In: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Uberlândia.
- Lippert, G. E. & Hagstrum, D. W. 1987. Detection or estimation of insect population in bulk stored wheat with probe traps. Journal of Economic Entomology 80: 601-604.
- Lopes, D. C.; Fontes, R. A.; Donzele, J. L. 1988. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays*, L.) devido ao carunchamento. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 17: 367-371.
- Lorini, I. 2001. Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados. Embrapa Trigo: Passo Fundo – RS. 80 p.
- Lorini, I. 2002. Insetos pragas em grãos armazenados, p. 380-397. In: Lorini, I.; Miike, L. H.; Scussel, V. M. (eds.), Armazenagem de Grãos. Campinas – SP, Instituto Bio Geneziz, 983 p.
- Loschiavo, S. R. 1985. Post-harvest grain temperature, moisture and insect infestation in steel granaries in Manitoba. Canadian Entomology 117: 7-14.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 21/12/06
- Mendes, A. A. 2003. Rastreabilidade na avicultura. Avicultura Industrial, nº 3, p. 44-45.
- Mendes, A. A. 2005. Barreiras sanitárias no mercado internacional de carnes e seus reflexos nas exportações brasileiras. In: IV Seminário Internacional de Aves e Suínos, Florianópolis – SC. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_i4i450o.pdf>
- Mills, J. T.; Sinha, R. N.; Demianyk, C. J. 1992. Feeding and multiplication of a psocid, *Liposcelis bostrychophilus* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae), on weight, grain screening and fungi. Journal of Economic Entomology 85: 1453-1462.
- Mills, R. & Pedersen, J. 1990. A flour mill sanitation manual. Eagan Press: Minnesota. 80 p.
- Mital, S. & Wrightman, J. A. 1989. An inert dust protects stored groundnuts from insects pest, p. 21-22. ICRISAT. Newsletter.
- Morás, A.; Gelain, J.; Romano, C. M.; Lorini, I.; Gularte, M. A.; Elias, M. C. 2006. Effects of diatomaceous earth used to control stored grain pests on technological, physical and cooking characteristics of parboiled and conventionally processed rice, p. 816-822. In:

- Proceedings of 9th International Working Conference on Stored Product Protection. Campinas – SP, 1359 p.
- Nayak, M. K.; Collins, P. J.; Pavic, H. 2002. Resistances to phosphine in psocids: challenges ahead!, p. 113-118. In: E. J. Wright; H. J. Banks; E. Highley (eds.). Proceedings of the Australian Postharvest Technical Conference. Adelaide – AU, 2000 p.
- Paula, M. C. Z. 2001. Manutenção da qualidade do arroz armazenado: monitoramento e controle de insetos. Tese de Doutorado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 74 p.
- Pereira, P.R.V.S. 1999. Contribuição para o manejo integrado de pragas de produtos armazenados. Tese de Doutorado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 99 p.
- Pinto Jr., A. R.; Kozłowski, L. A.; Amantini, E. C.; Furiatti, R. S. 2006. Variation of the nutritional components of stored maize, due to the influence of insects from the *Sitophilus* complex (*S. oryzae* and *S. zeamais*) infestation and resultant fungal development, p. 93-98. In: Proceedings of 9th International Working Conference on Stored Product Protection, Campinas – SP – Brasil. 1359 p.
- Platt, R. R.; Cuperus, G. W.; Payton, M. E.; Bonjour, E. L.; Pinkston, K. N. 1998. Integrated pest management perceptions and practices and insect populations in grocery stores in south-central United States. *Journal of Stored Products Research* 34: 1-10.
- Rees, D. P. & Walker, A. J. 1990. The effect of temperature and relative humidity on population growth of three *Liposcelis* species (Psocoptera: Liposcelidae) infesting stored products in tropical countries. *Bulletin of Entomological Research* 80: 353-358.
- Rees, D. P. 2002. Psocoptera (psocids) as pests of bulk grain storage in Australia: a cautionary tale to industry and researchers, p. 59-64. In: Proceedings of 8th International Working Conference on Stored Product Protection, York – UK. 1071 p.
- Regina, R. & Solferini, O. 2006. Produção de cultivares de ingredientes de alto valor nutricional: características e benefícios. Artigo disponível em: <<http://www.gtconsult.com.br/portugues/artigos/artigos.htm>> Acesso em: 30/01/07
- Rigaux, M.; Haubruge, E.; Fields, P. G. 2001. Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of *Tribolium castaneum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 101: 33-39.
- Rostagno, H. S. 1993. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade, p. 129-139. In: Anais da Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos – SP.

- Sindirações 2006. Disponível em: <<http://www.sindiracoes.com.br>> Acesso em: 12/01/07
- Sinha, R. N. 1988. Population dynamics of Psocoptera in farm-stored grain and oilseed. Canadian Journal Zoology 66: 2618-2627.
- Stringhini, J. H.; Mogyca, N. S.; Andrade, M. A.; Orsini, G. F.; Café, M. B.; Borges, S. A. 2000. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 29: 191-198.
- Strong, R. G. 1970. Distribution and relative abundance of stored product insects in California: A method of obtaining sample populations. Journal of Economic Entomology 63: 591-596.
- Throne, J. E. & Cline, L. D. 1991. Seasonal abundance of maize and rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in South Carolina. Journal of Agricultural Entomology 8: 93-100.
- Trematerra, P.; Paula, M. C. Z.; Sciarretta, A.; Lazzari, S. M. N. 2004. Spatio-temporal analysis of insect pests infesting a paddy rice storage facility. Neotropical Entomology 33: 469-479.
- Turner, B. D. 1994. *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelidae), a stored food pest in the UK. International Journal of Pest Management 40: 179-190.

ANEXOS

1. Dados de Temperatura e Umidade Ambiente

2. Dados de Temperatura e Umidade do Grão

Anexo 1

Dados de Temperatura e Umidade Ambiente obtidos na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, onde foram realizados experimentos de rastreabilidade de milho alto óleo.

Data	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade relativa (%)
02/07/2004	25	17	27	46
13/07/2004	17	17	27	92
28/07/2004	15	15	20	80
17/08/2004	20	15	20	32
01/09/2004	19	15	20	28
16/09/2004	21	17	27	57
30/09/2004	18	15	20	70
14/10/2004	21	17	27	58

Anexo 2

Dados de Temperatura e Umidade do Grão de lotes de milho alto óleo armazenados em big bags de 1 t na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR, para experimentos de rastreabilidade do grão.

Data	Big Bag	Temperatura do Grão (°C)	Umidade do Grão (%)
Testemunha			
02/07/2004	1	15	12,9
02/07/2004	2	15	12,8
02/07/2004	3	15	13
02/07/2004	4	15	12,9
13/07/2004	1	15	12,9
13/07/2004	2	16	12,8
13/07/2004	3	14	13
13/07/2004	4	15	12,9
28/07/2004	1	13	12,8
28/07/2004	2	13	12,7
28/07/2004	3	13	12,9
28/07/2004	4	13	12,8

continua

17/08/2004	1	15	12,8
17/08/2004	2	15	12,8
17/08/2004	3	17	12,9
17/08/2004	4	15	12,8
01/09/2004	1	19	12,8
01/09/2004	2	19	12,7
01/09/2004	3	19	12,7
01/09/2004	4	19	12,6
16/09/2004	1	19	12,8
16/09/2004	2	19	12,7
16/09/2004	3	19	12,7
16/09/2004	4	19	12,6
30/09/2004	1	21	12,7
30/09/2004	2	21	12,5
30/09/2004	3	21	12,5
30/09/2004	4	21	12,5
14/10/2004	1	21	12,4
14/10/2004	2	21	12,7
14/10/2004	3	21	12,5
14/10/2004	4	21	12,5

Terra de Diatomácea

02/07/2004	1	15	12,3
02/07/2004	2	15	12,4
02/07/2004	3	15	12,2
02/07/2004	4	15	12,3
13/07/2004	1	15	12,3
13/07/2004	2	16	12,4
13/07/2004	3	14	12,2
13/07/2004	4	15	12,3
28/07/2004	1	13	12,1
28/07/2004	2	13	12,2
28/07/2004	3	13	12,3
28/07/2004	4	13	12,2
17/08/2004	1	15	12,1

continua

17/08/2004	2	15	12,2
17/08/2004	3	17	12,3
17/08/2004	4	15	12,2
01/09/2004	1	17	12
01/09/2004	2	16	12,1
01/09/2004	3	17	12,2
01/09/2004	4	16	12,1
16/09/2004	1	19	12
16/09/2004	2	16	12,1
16/09/2004	3	17	12,2
16/09/2004	4	17	12,1
30/09/2004	1	21	11,8
30/09/2004	2	21	12
30/09/2004	3	21	12
30/09/2004	4	21	11,9
14/10/2004	1	21	11,7
14/10/2004	2	21	11,8
14/10/2004	3	21	11,8
14/10/2004	4	21	11,7

Inseticida

02/07/2004	1	15	12,6
02/07/2004	2	15	12,8
02/07/2004	3	15	12,8
02/07/2004	4	15	12,7
13/07/2004	1	14	12,6
13/07/2004	2	14	12,8
13/07/2004	3	15	12,8
13/07/2004	4	15	12,7
28/07/2004	1	13	12,5
28/07/2004	2	13	12,7
28/07/2004	3	13	12,7
28/07/2004	4	13	12,7
17/08/2004	1	15	12,5
17/08/2004	2	15	12,7

continua

17/08/2004	3	15	12,7
17/08/2004	4	15	12,7
01/09/2004	1	19	12,5
01/09/2004	2	17	12,6
01/09/2004	3	17	12,6
01/09/2004	4	17	12,6
16/09/2004	1	19	12,5
16/09/2004	2	19	12,6
16/09/2004	3	19	12,6
16/09/2004	4	18	12,6
30/09/2004	1	21	12,3
30/09/2004	2	21	12,3
30/09/2004	3	21	12,4
30/09/2004	4	21	12,4
14/10/2004	1	21	12,3
14/10/2004	2	21	12,3
14/10/2004	3	21	12,4
14/10/2004	4	21	12,4

CAPÍTULO IV

ESTUDO DE CASO 2: RASTREABILIDADE DE MILHO COMUM E MILHO WAXY DO RECEBIMENTO À EXPEDIÇÃO, ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO

ESTUDO DE CASO 2: RASTREABILIDADE DE MILHO COMUM E MILHO WAXY DO RECEBIMENTO À EXPEDIÇÃO, ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO

RESUMO

O milho destaca-se como um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos em todo o mundo, tanto na alimentação humana como animal, além de sua utilização como biocombustível. Existem hoje, no mercado, diversos tipos de milho destinados a finalidades específicas e, por isso, a segregação desses milhos especiais tem se tornado fundamental para a indústria. O milho comum é utilizado principalmente para rações, enquanto que o milho *waxy*, por possuir 100% de amilopectina, destina-se, principalmente, para a moagem úmida na indústria alimentícia. O objetivo desta pesquisa foi aplicar um sistema de rastreabilidade para milho comum e milho *waxy*, enfocando nos processos de manejo de pragas. Os lotes dos dois tipos de milho foram armazenados separadamente em dois silos de 1000 t. Para o monitoramento dos insetos, foram utilizadas amostragens dos grãos por peneiramento e três tipos de armadilhas: caladores colocadas na camada superficial da massa de grãos; delta com feromônio, suspensas sobre os silos; e gaiolas com isca alimentar, no piso fora dos silos. Foram aplicados dois tratamentos para o controle de insetos: o milho comum foi tratado com bifentrin + pirimifós-metil, combinados com resfriamento artificial; o milho *waxy* foi tratado apenas com o resfriamento artificial. Todos os processos, desde o recebimento até a expedição, foram documentados no software Rastreabilidade de Grãos. O lote de milho comum apresentou, já nas amostragens iniciais dos grãos, uma grande quantidade do Psocoptera *Liposcelis* sp. (Liposcelidae), que é um inseto que não danifica o grão, mas é considerado como um contaminante nos lotes. O silo com milho *waxy* só apresentou infestação de insetos aos 166 dias de armazenamento, destacando-se também *Liposcelis* sp. As armadilhas caladores também detectaram a presença do psocóptero predominando sobre as demais espécies, principalmente, na armadilha localizada no centro dos silos, onde se concentram grãos quebrados e impurezas, que favorecem a proliferação das pragas externas, como os psocópteros. Os mapas de distribuição espacial confirmam este resultado. O resfriamento artificial manteve a temperatura dos grãos dos dois silos abaixo de 17°C por aproximadamente quatro meses, mantendo as infestações relativamente baixas. Nas armadilhas delta com feromônio, a espécie mais capturada foi *Cadra cautella* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae), representando aproximadamente 70% das espécies no silo

com milho comum e 41% no silo com milho *waxy*. Nas armadilhas gaiolas, o gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) foi a espécie mais coletada, representando 24% nas armadilhas próximas ao silo com milho comum e 30% do *waxy*. O número de insetos coletados foi aumentando de acordo com o tempo de armazenamento e aumento da temperatura da massa de grãos. Ao final do período de armazenamento, o milho comum foi processado em ração e o milho *waxy* foi destinado para a produção de amido. Com o cadastramento dos dados no software é possível fazer o rastreamento dos processos rapidamente, para resgatar informações solicitadas pela indústria para a solução de eventuais problemas de qualidade dos produtos finais.

CASE STUDY 2: TRACEABILITY OF COMMON CORN AND WAXY CORN FROM RECEIVING THROUGH EXPEDITION, FOCUSING ON INSECT MANAGEMENT DURING STORAGE

ABSTRACT

Corn is one of the most important cereal grain produced and utilized worldwide for human and animal nutrition, besides the biofuel utilization. Today, there are, in the market, several different varieties of corn for specific uses, and they need to be segregated according to the industry requirements. The common corn is used mainly for animal feed, whereas the waxy corn, which contains 100% amilopectin, is used for wet milling for the food industry. The objective of this research was to apply a traceability system for the common and waxy corn, focusing on the pest management during storage. The two lots were stored in separate 1000 t silos. For insect monitoring, samples of grains were sieved and different types of traps were used: probe traps placed in the upper layer of the grain mass; delta pheromone traps hanging over the silos; and baited cage traps on the floor outside the silos. The common corn was treated with a mixture of bifentrin + pyrimifos-methyl combined to artificial chilling; whereas the waxy corn was treated only with the chilling aeration. All processes, from the receiving point to the expedition, were recorded into the software Grain Traceability. The grain samples of the common corn were found to be infested from the beginning with many Psocoptera *Liposcelis* sp. (Liposcelidae), which does not cause direct damage to the grain, however, it is a contaminant in the lots. The samples from the silo with waxy corn presented insect infestation only after 166 days of storage, mainly by *Liposcelis* sp. The probe traps also detected infestation of this psocids at levels above that of other species, mainly in the trap placed in the middle of the silo, as shown by the spatial distribution map. It is in this position where broken kernels, foreign materials and fines concentrate, favoring the development of external feeders, such as the psocids. The pheromone delta traps attracted mostly *Cadra cautella* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae), which represented about 70% of the captures by the silo with common corn, and 41% by the one with waxy corn. In the baited traps, the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) was the most collected species. It represented 24% and 30% of the species captured, respectively, in the traps by the common and waxy corn silos. The physical treatment kept the temperature down at 17°C for about four months, helping to keep the infestations at a low level. However, the insect infestation increased along the period of storage and with the increasing temperature

of the grain. After a period in storage, the lots of common corn were processed into animal feed and the waxy grain was sent for starch production, and was no longer tracked. Based on the records on the software it is possible to quickly track the processes for traceability purposes, i.e., to solve quality problems if required by the industry.

1. INTRODUÇÃO

O milho, *Zea mays* L. (Poaceae), em função de sua composição química e valor nutritivo, destaca-se como um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos em todo o mundo, seja na alimentação humana ou animal. Além da multiplicidade de seu emprego, como matéria-prima de diversos processos agroindustriais, também desempenha importante papel sócio-econômico (Nussio 1991).

O milho é o cereal do qual se pode obter o maior número de produtos industrializados. Devido ao alto teor de carboidratos, principalmente o amido, assim como outros componentes, tais como proteína, óleo e vitaminas, tornam o milho um produto amplamente utilizado e comercializado. Nas regiões tropicais e subtropicais subdesenvolvidas, este cereal tem sido o responsável pelo fornecimento de proteína, suplementando aproximadamente 70% das necessidades humanas (Tosello 1978).

Segundo Fornasieri Filho (1992), o milho constitui cultura básica da agricultura brasileira, ocupando a maior área cultivada do país, empregando um contingente significativo de mão-de-obra rural no processo produtivo. As estatísticas mostram que a maioria dos produtores rurais brasileiros plantam milho.

Na safra de 2006, foram produzidos, no mundo, aproximadamente 688 milhões de toneladas de milho, sendo os maiores produtores os Estados Unidos, a China, o Brasil e o México, com uma produção de 280, 133, 38 e 20 milhões de toneladas, respectivamente (USDA 2006). O consumo mundial de milho cresceu 10% nos últimos cinco anos, em 2006 o consumo foi de 725 milhões de toneladas. Nos EUA, que respondem por 1/3 do consumo mundial de milho, o consumo cresceu 13,5% e tende a crescer significativamente em função da produção de etanol combustível a partir deste grão. Na China, que é o 2º maior consumidor (20% do milho produzido no mundo), o consumo cresceu 9%.

Os países que integram o Mercosul produzem cerca de 8% do total mundial da produção de milho, sendo a Argentina um exportador do produto e o Brasil um importador.

O milho é o cereal mais produzido no Paraná, sendo que, desde a década de 1970, o Estado vem se consagrando como o maior produtor nacional. Na safra de 2006 a produção total de milho do Estado foi de aproximadamente 11 milhões de toneladas (Conab 2007). Além de produtor, o Paraná figura como tradicional abastecedor de milho para outros Estados, chegando a exportar até 30% do volume obtido.

No Brasil, apenas 4% do total da produção do milho, representando aproximadamente 1,6 milhões de toneladas, tem sido utilizada diretamente na alimentação humana e cerca de 10% da produção destinada às indústrias alimentícias, que transformam

os grãos em diversos produtos, tais como amido, farinhas, canjicas, flocos de milho e xaropes, entre outros (Paes 2006). O restante é utilizado como ração animal.

O milho não possui apenas aplicação alimentícia. Os usos dos seus derivados estendem-se às indústrias química, farmacêutica, de papéis, têxtil, entre outras (Paes 2006). Entretanto, são dois processos que dão origem aos produtos utilizados em outros processos industriais, a moagem seca e a moagem úmida.

A exigência pela qualidade física e química dos grãos é, portanto, determinada por fatores ambientais, varietais (genéticos) e por procedimentos de colheita e armazenamento, pelo seu destino ou uso final. Existem hoje, no mercado, diversos tipos de milhos destinados a finalidades específicas e, por isso, a segregação desses milhos especiais tem se tornado fundamental para indústria.

O milho *waxy*, utilizado nesse estudo, possui 100% de amilopectina, enquanto o milho comum possui 72-76% de amilopectina e 24-28% de amilose. A amilopectina é um polissacarídeo que compõe o amido, formada por subunidades de glucose, sendo utilizada em moagem úmida para a indústria alimentícia (estabilizantes, espessantes) e de papel (cola e outros adesivos) (Walter *et al.* 2005).

Atualmente, o milho não pode mais ser considerado uma *commodity*, uma mercadoria barata e indiferenciada, dada à importância de seus usos e à existência de cultivares com propriedades distintas. A busca da qualidade na cadeia produtiva do setor agrícola tornou-se muito importante na produção animal, rendimento industrial, crescente concorrência internacional (barreiras extra-tarifárias), exigindo do setor produtivo grande empenho na obtenção de grãos especiais que atendam às exigências dos consumidores.

Os grãos de milhos especiais precisam de atenção desde a semente, para a preservação da sua identidade. O produtor deve ter cuidado no plantio para evitar mistura com outras variedades de milho; observar os aspectos técnicos como controle de pragas e doenças, nutrição de plantas e regulação da colheitadeira, a fim de obter um grão de qualidade na colheita e melhor preço na comercialização. É importante que se proceda ao registro de todos os processos durante o cultivo para manter tal padrão de qualidade.

Novas tecnologias possibilitam a produção de alimentos com qualidade física, sanitária, nutricional e fisiológica (germinação e vigor) satisfatórias para o consumidor. No caso do milho, os mercados estão se especializando e, por pressão do consumidor/indústria, requerem matérias-primas adaptadas para seus processos. Segundo Lazzari & Lazzari (2002), o agricultor é remunerado com base em massa e qualidade, sendo a qualidade um dos fatores que mais afeta o preço final recebido pelo produto. As

indústrias de milho preocupam-se cada vez mais com todo o processo de produção, desde a escolha da semente, os tratamentos fitossanitários, o manuseio do grão na colheita, no recebimento, secagem, armazenamento e processamento. Pois, pode-se perder qualidade em qualquer uma dessas etapas comprometendo o rendimento industrial e a qualidade dos produtos finais.

Os mercados consumidores têm exercido grande pressão nas indústrias exigindo programas de preservação da identidade (rastreamento e certificação de origem). As indústrias, por sua vez, estão transferindo parte dessas exigências para a produção. O objetivo de qualquer programa de identidade preservada e da conseqüente classificação ou segregação dos produtos é facilitar seu comércio, de forma a atender as demandas dos diferentes segmentos do mercado (produtores, processadores, distribuidores, varejistas e consumidores). À medida que o mercado se sofisticava, a demanda por produtos com garantia de qualidade de origem ou com identidade preservada tende a se estabelecer.

Diante das elevadas produções de cereais, da necessidade de se prever o abastecimento para sua utilização ao longo de todo o ano, de se prevenir eventuais períodos de escassez, proporcionar maior estabilidade dos preços e preservar as qualidades físico-químicas e nutritivas dos grãos, faz-se necessário o armazenamento dos mesmos. Além disso, a importância da armazenagem reside no fato de que o armazenamento adequado dos produtos agropecuários reduz perdas, preserva a qualidade, remunera melhor o produtor e beneficia o consumidor (FAO 1985).

Vale ressaltar que mesmo em boas condições de armazenamento, perdas freqüentes ocorrem. Os principais agentes que causam perdas de produtos armazenados são os microorganismos, insetos, ácaros, roedores e pássaros (Lazzari 1997; Faroni 1998). Os insetos assumem particular importância como pragas de grãos armazenados, pelo fato da massa de grãos constituir-se ambiente ideal para o seu desenvolvimento.

Historicamente, no Brasil, os inseticidas químicos e fumigantes têm sido utilizados para o controle de insetos de grãos e produtos armazenados, como tratamento preventivo e curativo dos grãos. Mas nos últimos anos a pressão da indústria e dos consumidores sobre os resíduos de inseticidas nos produtos, a contaminação ambiental, a resistência dos insetos aos inseticidas, a exposição dos trabalhadores aos compostos químicos, estão lentamente mudando as práticas de controle de insetos baseadas exclusivamente em inseticidas químicos.

Dentre as medidas alternativas para o controle de pragas de grãos armazenados, o resfriamento artificial da massa de grãos representa uma ferramenta valiosa na redução da

multiplicação dos insetos e manutenção da qualidade do grão (Lazzari *et al.* 2006). O resfriamento artificial consiste na insuflação de grandes volumes de ar produzidos artificialmente, a aproximadamente 12°C, e insuflado em baixa velocidade através da massa de grãos. Por se tratar de uma medida física de controle, a tecnologia de resfriamento artificial pode ser aplicada também na conservação de sementes e de outros produtos destinados a mercados mais exigentes que não toleram a presença de resíduos de ingredientes ativos, como os grãos especiais e orgânicos.

A detecção precoce de insetos em grãos armazenados utilizando vários tipos de armadilhas é um elemento chave para o sucesso de estratégias de manejo de pragas de armazenamento, pois ações para o controle poderão ser implementadas ainda quando o nível da infestação é baixo, também porque as armadilhas conseguem detectar novos focos de infestação mais precocemente do que em amostragens de grãos (Toews *et al.* 2005; Nansen *et al.* 2006).

As armadilhas caladores utilizadas para o monitoramento de insetos são sensíveis para a detecção de baixas densidades populacionais de pragas, pois permanecem na massa de grãos continuamente por períodos extensos. Ficam introduzidas na massa de grãos por 7 – 15 dias, e pelo deslocamento dos insetos e pela maior concentração de oxigênio, eles caem nas perfurações das armadilhas, que internamente possui um tudo coletor que impede a saída dos insetos. A vantagem da armadilha calador é a coleta de insetos vivos na massa de grãos, uma vez que há necessidade de se deslocarem para que sejam capturados pela armadilha. Contudo, a interpretação da captura de insetos nestas armadilhas pode ser afetada por fatores comportamentais das diferentes espécies de insetos e dos fatores ambientais. O conhecimento das espécies presentes, o nível populacional e os seus danos potenciais são importantes para definição de estratégias de controle (Lorini 1993; Shuman *et al.* 2005).

As armadilhas delta adesivas são desenhadas para fazer o monitoramento dos insetos que estão voando dentro dos silos e graneleiros, especialmente, lepidópteros e outros que se desenvolvem na camada mais superficial da massa de grãos, de acordo com o feromônio que é utilizado. Podem ser usadas também para o controle quando são distribuídas em grande número na unidade armazenadora, saturando o ambiente com o feromônio e afetando o acasalamento da espécie em questão (Gitz *et al.* 2002).

As armadilhas com feromônio são ferramentas indispensáveis para o monitoramento de pragas, pois são específicas e podem detectar espécies que por outras técnicas passariam despercebidas até começarem a causar danos econômicos. Os dados de captura permitem

a aplicação racional de inseticidas e a avaliação de sua eficácia, reduzindo custos, contaminação dos aplicadores, do meio ambiente e dos alimentos (Gitz *et al.* 2002).

Os feromônios sintéticos têm sido muito utilizados em armadilhas para monitorar espécies de insetos de grãos armazenados, baseando-se na sensibilidade de detecção do semioquímico para cada espécie. O monitoramento deve ser feito periodicamente com contagem e identificação dos indivíduos para auxiliar na tomada de decisões.

As armadilhas tipo gaiola são utilizadas para monitorar insetos na estrutura armazenadora e armadilhas do tipo delta adesivas com feromônio são utilizadas para o monitoramento (e até controle) de lepidópteros, pois ficam penduradas acima da massa de grãos.

A análise espacial dos insetos é útil para determinar focos de infestações, mesmo que incipientes (Weir 2002), fornecendo informações para o direcionamento dos métodos de controle contra várias pragas de armazenamento em silos e graneleiros (Campbell *et al.* 2002).

Os insetos que perfuram a película do grão e se desenvolvem dentro dele, como as espécies de *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae) e *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae), são pragas primárias e causam sérios danos aos grãos. Os insetos que não perfuram a película do grão, como *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Silvanidae) e *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae), são consideradas pragas secundárias porque alimentam-se somente de grãos quebrados e resíduos destes.

O objetivo geral desta pesquisa foi aplicar um sistema de rastreabilidade para lotes de milho comum e especial, enfocando no manejo de insetos durante o armazenamento, documentando todos os processos desde o recebimento, secagem, armazenamento, até a expedição.

Os objetivos específicos foram:

- 1) Monitorar os insetos de grãos armazenados em silos usando armadilhas tipo calador inseridas na massa de grãos, delta adesiva com feromônio e gaiolas na estrutura;
- 2) Analisar a distribuição espacial das espécies capturadas nas armadilhas;
- 3) Determinar os pontos mais críticos de infestação na estrutura para orientar as medidas de manejo;
- 4) Avaliar o comportamento das infestações dos insetos nos silos com milho waxy e comum em função de tratamentos fitossanitários (físico e químico);

5) Documentar os registros dos processos durante a fase de recebimento, secagem e armazenamento dos lotes de milho comum e *waxy*, no software Rastreabilidade de Grãos, para fins de rastreabilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com milho comum e milho *waxy* foi realizado na Cooperativa Castrolanda em Castro – PR em 2 silos metálicos com capacidade de armazenamento de 1000 t (Figura 1).

A Cooperativa Castrolanda armazena aproximadamente 150.000 t de milho comum e 15000 t de milho *waxy*, anualmente. A cooperativa conta uma estrutura de armazenagem para 300.000 t, nas quatro unidades, Castro, Piraí do Sul, Curiúva, Ponta Grossa no Paraná e Itaberá em São Paulo. Em Castro, a cooperativa possui 14 silos de 1000 t, 18 silos de 2000 t e 4 silos de 12500 t.

Os silos de 1000 t possuem três termométricos com seis de medida de temperatura, um ponto a cada 2 m de altura. Os silos, elevadores, moegas e túneis antes de receberem o grão passaram por uma limpeza. Varrem o silo, aspiram, tiram a grade da aeração (fundo chato com canaletas), lavagem das paredes, chão e canaletas e aplicação de inseticida organofosforado. Posteriormente, o silo foi vedado recebendo um selo de liberação para recebimento de grão.

Todo o processo de recebimento, secagem, armazenamento e expedição do milho comum e do milho *waxy* foram registrados no software RG.



Figura 1. Silos metálicos utilizados no experimento de rastreabilidade de milho na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

2.1. Recebimento e secagem do milho comum e milho *waxy* na cooperativa

Os silos começaram a ser enchidos em 11/03/04 e, à medida que o grão chegava na cooperativa, era limpo, seco e armazenado. No recebimento, foi realizada uma amostragem com calador pneumático em quatro pontos aleatórios do caminhão.

Essas amostras passaram pelas seguintes etapas: a) homogeneização; b) verificação de impurezas em sistema mecanizado de peneiras de 13 e 4 mm com 500 g da amostra; c) da amostra limpa das impurezas destacou-se o volume necessário para o determinador de umidade Dickey-John GAC 2100; d) 500 g da amostra foram utilizadas para a verificação dos grãos avariados (grão danificado ou deteriorado - ardido, brotado, carunchado, chocho).

A tonelagem da carga de milho foi verificada com o caminhão na balança. Para inseto, não foi realizada nenhuma amostragem no recebimento; somente na saída do produto da cooperativa se faz uma peneiração para se detectar a presença de insetos na massa de grãos. Para a preservação da identidade do milho *waxy*, os lotes foram destinados a uma moega separada e imediatamente enviados para um silo-pulmão pequeno até a secagem.

Os grãos foram secos em secador com capacidade para 100 t/h. O milho comum foi seco a 90°C, com tempo de secagem de aproximadamente quatro horas e o milho *waxy*, foi seco a 80°C, por aproximadamente sete horas.

2.2. Armazenamento do milho comum e do milho *waxy* e estratégias para o manejo de pragas

O milho comum (silo 1) e o milho *waxy* (silo 2) foram armazenados em silos de 1000 t. O sistema de carga do silo foi o de carregamento central com espalhador de grãos. O milho comum foi tratado com inseticida na correia transportadora no carregamento do silo e submetido a resfriamento artificial. O milho *waxy* não foi tratado com inseticida, sendo submetido apenas ao resfriamento artificial. Não houve testemunha, pois além de não ser possível manter um silo sem tratamento em função do valor do produto, procurou-se não interferir na rotina da cooperativa.

Para avaliar a infestação no início e no final do experimento, foram retiradas amostras de 2 kg de grão de quatro pontos dos silos, utilizando canecas. Em seguida, as amostras foram passadas por jogo de peneiras de 20x20 cm, malhas 0,98 a 6,35 mm, dotada de um coletor, no qual ficam retidas as pragas para posterior identificação e quantificação (Figura 2 A). Este é um método tradicional e eficiente e recolhe insetos vivos

e mortos; permite fazer uma rápida verificação de infestação externa e também interna. Para esta última, retira-se 100 grãos de milho ao acaso e, após 24 horas submersos em água, estes são cortados longitudinalmente e avaliada a presença dos diferentes estágios dos insetos (Brasil 1992). Utilizando as mesmas amostras, também foi avaliada a variação da umidade do grão, medida pelo determinador portátil de umidade Multi-Grain (Dickey-John) (Figura 2 B).

Os tratamentos realizados nos silos foram os seguintes:

Silo 1 – milho comum: Químico – mistura de 8 ml/t de pirimifós-metil (Actellic®) + 8ml/t de bifentrin (Prostore®) e resfriamento artificial (10-12°C) por 120 h.

Silo 2 – milho waxy: Físico – resfriamento artificial (10-12°C) por 120 h.

O inseticida Actellic® 500 CE e Prostore® 25 CE são os mesmos produtos utilizados para tratamento fitossanitário utilizados no estudo de caso 1 (Capítulo III).

O resfriamento artificial foi realizado com o equipamento da Cool Seed PCS40 (Figura 3), que consistiu na aplicação de ar frio, insuflando aproximadamente 12.000 m³ por hora, durante 120 h, através do sistema de aeração. O equipamento possui as seguintes características: Motor (HP) = 60; kcal/h = 121,212; kW/t = 4-5; Capacidade de resfriamento (t/dia) = 240-300; Saída ar frio = 10-12°C, 75-80% UR. O tempo de insuflação foi definido com base na temperatura da camada superficial da massa de grãos, quando esta foi reduzida para aproximadamente 15°C.

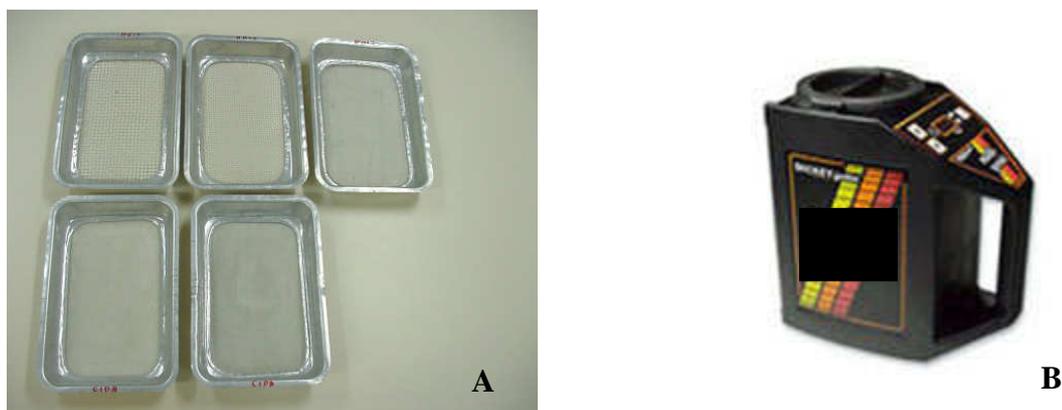


Figura 2. A: Peneiras utilizadas para a triagem e inspeção visual dos insetos em amostras de grãos; B: Medidor portátil de umidade de grãos.



Figura 3. Equipamento de resfriamento artificial utilizado para o controle de insetos em silos de milho na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

2.3. Monitoramento de insetos com armadilhas

Foi realizado a cada quinze dias para avaliar a infestação de insetos na estrutura, na massa de grãos e a resposta das infestações aos tratamentos. O início do monitoramento foi em 26/04/04 e as armadilhas utilizadas foram as seguintes:

- a) **Armadilhas tipo calador:** cinco armadilhas por silo, colocadas na superfície da massa de grãos, chegando a 30 cm de profundidade;
- b) **Armadilhas tipo delta adesiva:** duas armadilhas por silo (1 com e 1 sem feromônio Mix Traça), penduradas 1 m acima da massa de grãos;
- c) **Armadilhas tipo gaiola:** 2 armadilhas por silo, colocadas na parte externa dos silos para detectar focos de infestação de insetos na estrutura.

As armadilhas tipo calador foram construídas com tubo cilíndrico de acrílico com 36 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro, perfuradas na metade superior (Figura 4). Muitos insetos, durante seu deslocamento, caem nas perfurações da armadilha introduzida na massa de grãos, a qual possui internamente um tubo coletor que impede o retorno dos insetos. As armadilhas foram examinadas quinzenalmente, retirando-se os insetos e colocando-os em frascos plásticos, previamente identificados, e levados ao laboratório para a identificação.

As armadilhas suspensas do tipo delta eram de papel encerado de cor branca internamente e nas dimensões 10x8x14 cm (altura x largura x comprimento), impregnadas

internamente com cola contendo um septo do feromônio Mix Traça (Figura 5) para Phycitinae. Essas armadilhas foram suspensas por um barbante a 1 m de altura em dois pontos de cada silo, sendo que apenas uma continha o feromônio. Quinzenalmente, as armadilhas eram trocadas, mas o septo de feromônio só era trocado mensalmente. É importante mencionar que as armadilhas foram trocadas de posição a cada coleta para evitar algum fator que estivesse afetando a captura.

Para detectar focos de insetos na estrutura armazenadora foram utilizadas quatro armadilhas tipo gaiola, contendo atrativo alimentar, em uma modificação da metodologia usada por Strong (1970); Throne & Cline (1991) e Pereira (1999). A estrutura das armadilhas foi construída com madeira (22 cm de largura x 30 cm de comprimento x 15 cm de altura) e coberta com uma chapa de ferro galvanizado, em forma de telhado, com a finalidade de proteger a isca alimentar da exposição direta ao tempo. Nas laterais da estrutura de madeira, foi colocada uma malha metálica com o objetivo de permitir a livre entrada de insetos, mas evitar o ataque de outros organismos, como pássaros e roedores (Figura 6). O atrativo alimentar era composto de uma mistura de grãos de milho, trigo, quirera de milho e germe de trigo na proporção 1:1:1:½, respectivamente, sem contaminantes. Essa mistura foi armazenada em freezer até o uso, colocando-se 200 g em cada armadilha.

As armadilhas foram colocadas na área externa dos silos. Quinzenalmente, o atrativo era retirado da armadilha e levado ao laboratório para a contagem e identificação dos insetos. As armadilhas eram recolocadas no lugar com novas iscas alimentares.

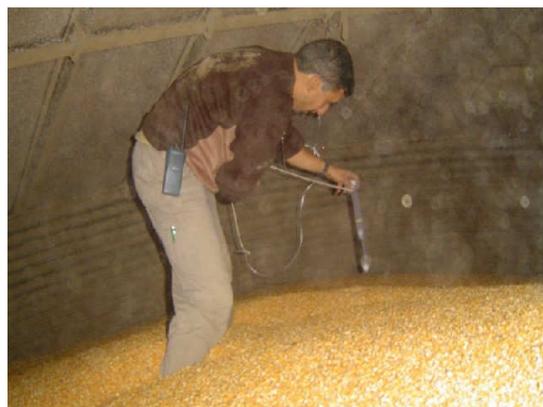


Figura 4. Armadilhas caladores utilizadas para o monitoramento de insetos na massa de grãos dos silos com milho comum e milho *waxy*, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

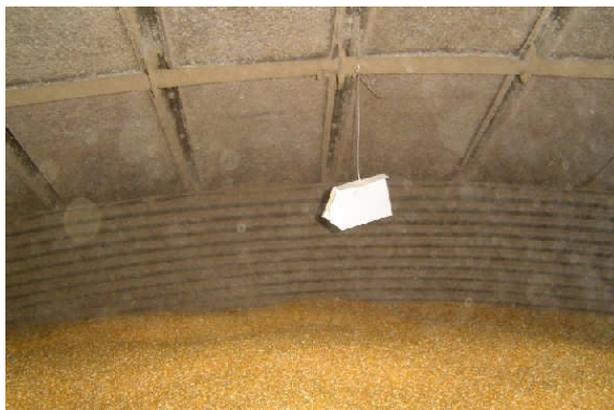
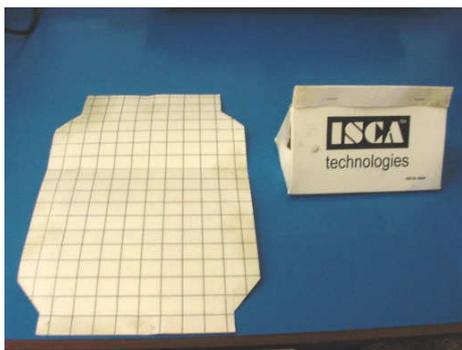


Figura 5. Armadilhas delta adesiva utilizadas para o monitoramento de lepidópteros de grãos armazenados nos silos com milho comum e milho *waxy*, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

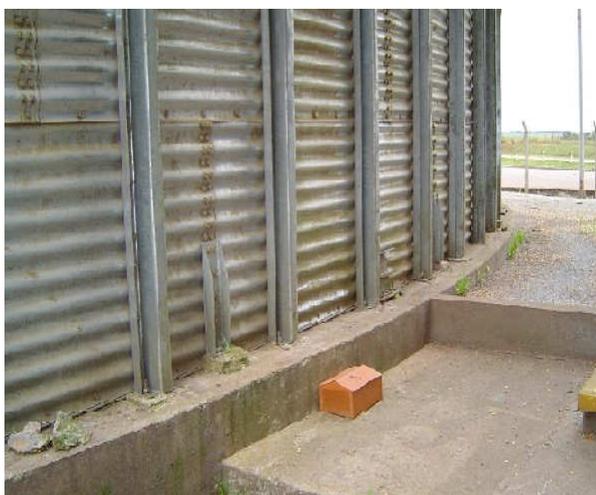


Figura 6. Armadilha gaiola e atrativo alimentar utilizado para o monitoramento de insetos na estrutura armazenadora, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

O esquema do experimento de monitoramento de insetos e tratamentos fitossanitários pode ser verificado na Figura 7.

O reconhecimento das espécies de insetos foi feito com base no link de identificação de insetos do software RG e confirmados, posteriormente, por especialista. A identificação das espécies de *Sitophilus* spp. foi baseada na metodologia de Haslstead (1986) de preparo da genitália. A identificação do gênero *Stelidota* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) foi realizada pelo Prof. Germano Rosado Neto; da espécie *Dinarmus basalis* (Santis, 1980) (Hymenoptera: Pteromalidae) foi realizada pela Prof^a. Maria Cristina de Almeida, ambos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná. *Vouchers* das espécies de insetos capturadas nesta pesquisa foram depositadas na Coleção Entomológica Pe. Jesus

Santiago Moure (DZUP), do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

Os dados de temperatura e umidade relativa ambiente foram obtidos quinzenalmente da estação meteorológica da cooperativa. A temperatura da massa de grãos foi monitorada com o uso da termometria instalada nos silos. A aeração foi registrada em planilhas geradas automaticamente pelo sistema da cooperativa para a verificação do tempo de aeração dos silos.

Após sete meses de armazenamento, em outubro de 2004, o milho *waxy* foi retirado do silo e encaminhado para a empresa National Starch & Chemical em SC, onde foi processado em amido e outros produtos. O milho comum teve vários destinos, mas sua utilização foi para ração animal. O sistema de rastreabilidade foi interrompido neste ponto, pois não havia mais condição para seguir com os registros durante o processamento nas indústrias.

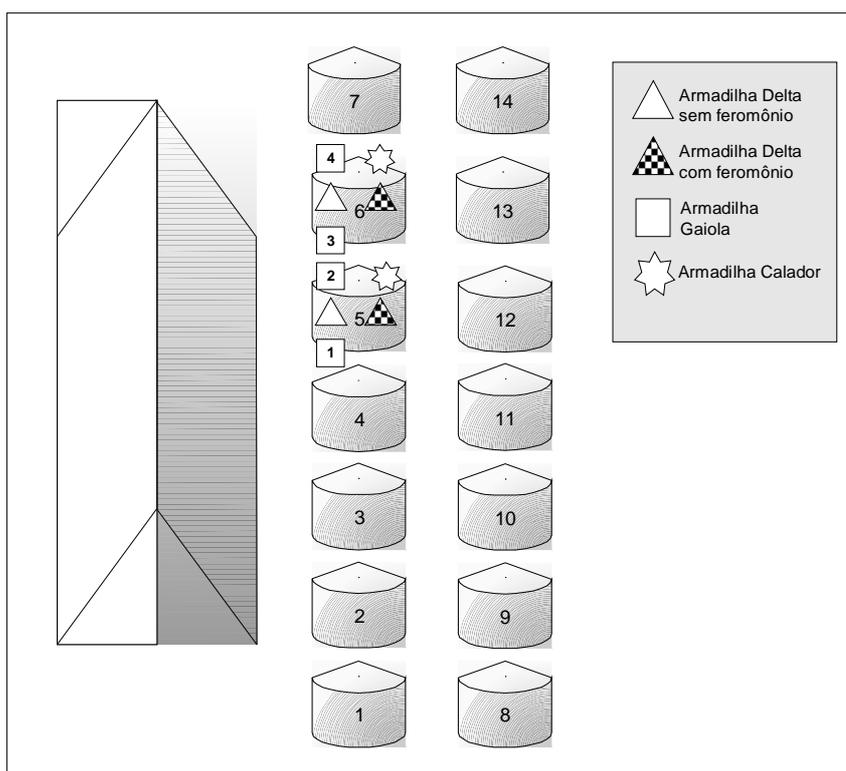


Figura 7. Esquema do experimento realizado em silos com milho comum e milho *waxy*, monitoramento de insetos e tratamentos fitossanitários na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

2.4. Análises dos dados

Os dados foram comparados por análise descritiva das observações, não constituindo-se de uma pesquisa qualitativa. Por não ter havido repetições e os tratamentos serem diferentes nos silos, não foi realizada análise estatística para comparação entre os dois silos. Os resultados do monitoramento com as armadilhas foram expressos graficamente pelo programa Sigma Plot[®] 8.0 e tabelas em Excel. As armadilhas dentro de cada silo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a análise da distribuição espacial do número total de espécies capturadas nas armadilhas caladores foi utilizado o programa Surfer[®] 6.04 da Golden Software. Os mapas foram confeccionados baseando-se nas estações do ano, representando as seguintes datas de coletas: 11/05, 02/06 e 16/06 (outono); 02/07, 13/07, 28/07, 17/08, 01/09 e 16/09 (inverno); 30/09 e 14/10 (primavera).

No programa Surfer[®], x e y representam as coordenadas da posição da armadilha dentro do silo em metros, e z o número de insetos capturados. Pela interpolação dos valores de z, o Surfer[®] produz um denso *grid* de valores. O algoritmo de interpolação utilizado foi o *kriging* linear. O *grid* de interpolação obtido é usado para construir um mapa de contorno, que mostra a configuração da superfície por isolinhas representando os valores de z.

O Surfer[®] possui diversos métodos de interpolação dos dados, sendo o *kriging* o mais utilizado para número de amostras entre 10 e 250. Basicamente, os algoritmos de interpolação funcionam fornecendo pesos aos pontos amostrados na predição diferindo, entre eles, a maneira de atribuir pesos às amostras. Landim (2000) apresenta diversas comparações de métodos de interpolação, segundo o número de amostras.

Algumas telas do software RG, apresentando o registro dos processos em cada uma das etapas, são apresentadas no item Resultados e Discussão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Recebimento e classificação do milho comum e milho *waxy*

O resultado da classificação dos dois tipos de milho estava dentro do padrão de qualidade exigido pela cooperativa (até 5% de impurezas e 6% de grãos ardidos), conforme registrado no software RG (Tabela 1, Figuras 8 e 9). Os registros mostram que, após a classificação, os lotes de milho comum e *waxy* foram armazenados em silo pulmão e, em seguida, secados até atingirem a umidade aproximada de 13% e armazenados em silos metálicos.

Tabela 1. Características do milho comum e do milho *waxy* recebidos na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Milho	Data	Impureza%	Ardidos%	Umidade%	Proteína%	Óleo%
Comum	11/03/04	3	3	15	7	4,5
<i>Waxy</i>	11/03/04	2,5	2,5	15	-	-

Para o milho *waxy* não foi realizada a análise de proteína e óleo, apenas do conteúdo de amido, pois o interesse para essa variedade é o amido com 99% de amilopectina. Como a semente plantada foi o do híbrido *waxy*, foi necessário apenas manter a identidade preservada do grão ao longo do armazenamento.



Figura 8. Tela de classificação do milho comum recebido na Cooperativa Castrolanda no software Rastreabilidade de Grãos.

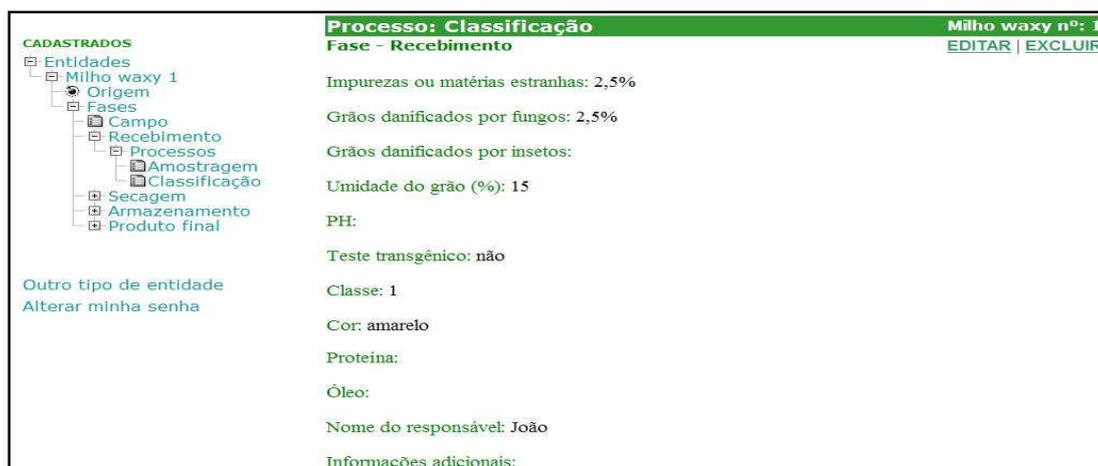


Figura 9. Tela de classificação do milho *waxy* recebido na Cooperativa Castrolanda no software Rastreabilidade de Grãos.

3.2. Amostragem de grãos

Para verificar a presença de insetos antes do tratamento fitossanitário e a variação de umidade no início do armazenamento (11/03/04) e ao final do experimento (16/10/04) foram realizadas inspeções visuais por peneiramento de amostra de grão, análise de infestação interna e determinação da variação de umidade do grão.

No silo com milho comum, nas amostras iniciais analisadas por inspeção visual através de peneiramento dos grãos, registrou-se a presença da espécie *Liposcelis* sp. (três insetos nas quatro amostras de grãos). Na análise da infestação interna não houve a presença de insetos nas duas repetições.

Nas amostras de grãos, ao final do experimento, foram registradas as seguintes espécies: *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (8 espécimes nas 4 amostras), *O. surinamensis* (12 espécimes), *C. ferrugineus* (10 espécimes), *T. castaneum* (2 espécimes) e 44 espécimes de *Liposcelis* sp. (Figura 10). Na análise da infestação interna foram encontrados 4 espécimes de *S. zeamais* (larva e pupa).

A umidade média das amostras do início do armazenamento do milho comum foi de 13,2% e a umidade média final foi de 13,5%.

No silo com milho *waxy*, não foram detectados insetos por inspeção visual e interna na amostragem inicial. Nas amostras do final do experimento foram registrados insetos adultos por análise visual: *S. zeamais* (6 espécimes), *C. ferrugineus* (8), *O. surinamensis* (4) e 66 espécimes de *Liposcelis* sp. (Figura 10). Pela análise da infestação interna dos grãos foram detectadas duas pupas de *S. zeamais*.

No silo com milho *waxy*, os insetos tiveram uma incidência menor que no de milho comum, devido à temperatura mais baixa do grão. O inseto mais abundante foi *Liposcelis* sp., que esteve presente também no silo que foi tratado quimicamente (milho comum), mostrando alguma tolerância a este tipo de tratamento.

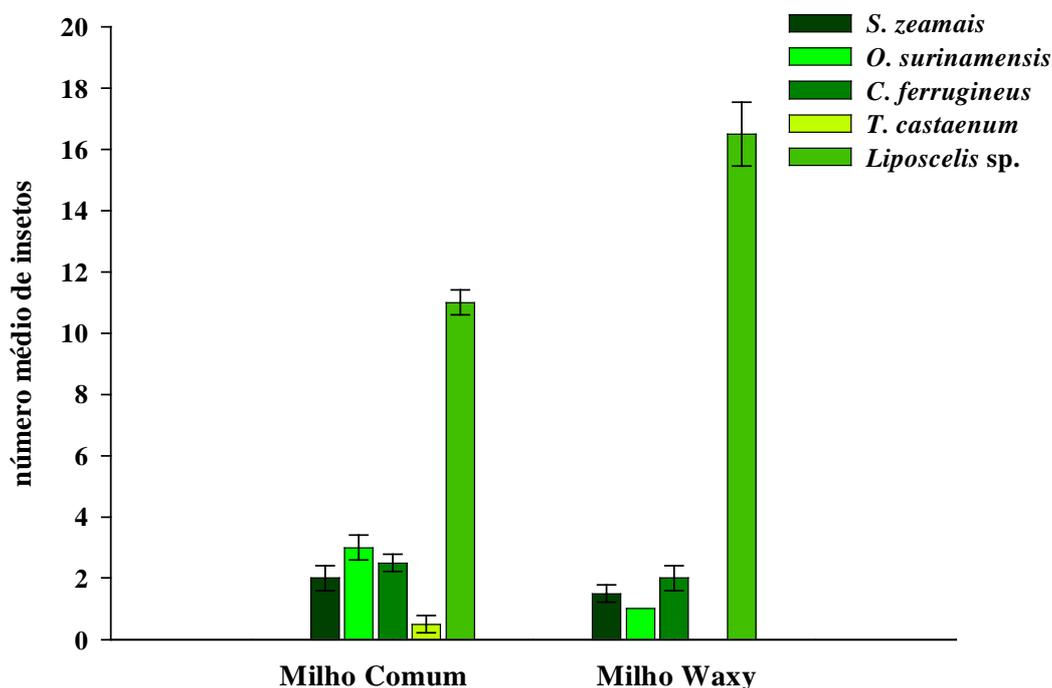


Figura 10. Número médio dos insetos adultos (\pm EP) encontrados nas amostras de milho comum e milho *waxy*, por inspeção visual, nas amostras finais do experimento na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Estudos futuros com *Liposcelis* sp. precisam ser feitos, primeiramente, para determinar a espécie ou espécies comumente detectadas nos armazéns. Posteriormente, devem ser realizados bioensaios para confirmar o caso de resistência. Classicamente, existem três mecanismos envolvidos na resistência de insetos a inseticidas, que são: redução da penetração do inseticida pela cutícula do inseto; detoxificação ou metabolização do inseticida por enzimas; e redução da sensibilidade no sítio de ação do inseticida pelo sistema nervoso (Narahashi 1983; Oppenoorth 1985; Soderlund & Bloomquist 1990).

No silo com milho *waxy* a umidade média das amostras obtidas no início do armazenamento foi de 13,1% e a umidade média final foi de 13,5%.

As figuras 11 e 12 apresentam as telas de cadastro dos resultados das amostragens iniciais e finais para os dois sistemas rastreados.

NOVO REGISTRO	
CADASTRADOS <ul style="list-style-type: none"> Entidades <ul style="list-style-type: none"> Milho comum 1 <ul style="list-style-type: none"> Origem Fases <ul style="list-style-type: none"> Campo Recebimento Secagem Armazenamento Processos Produto final 	Processo: Análise do grão
	Milho comum nº: 1 EDITAR EXCLUIR
	Data: 16/10/2004
	Tipo de amostragem: peneiras
	Número de amostras: 4
	Peso das amostras: 2 Kg
	Umidade do grão (%): 13,5
	Total de insetos: 48
	Nome do responsável: Luiz
	Informações adicionais:
Outro tipo de entidade Alterar minha senha	

Figura 11. Tela de análise do grão da amostra final de milho comum no software Rastreabilidade de Grãos.

NOVO REGISTRO	
CADASTRADOS <ul style="list-style-type: none"> Entidades <ul style="list-style-type: none"> Milho waxy 1 <ul style="list-style-type: none"> Origem Fases <ul style="list-style-type: none"> Campo Recebimento Secagem Armazenamento Processos Produto final 	Processo: Análise do grão
	Milho waxy nº: 1 EDITAR EXCLUIR
	Data: 16/10/2004
	Tipo de amostragem: peneiras
	Número de amostras: 4
	Peso das amostras: 2 Kg
	Umidade do grão (%): 13,5
	Total de insetos: 68
	Nome do responsável: Luiz
	Informações adicionais:
Outro tipo de entidade Alterar minha senha	

Figura 12. Tela de análise do grão da amostra final de milho *waxy* no software Rastreabilidade de Grãos.

3.3. Monitoramento dos insetos com armadilhas

O acompanhamento da evolução das populações de pragas que ocorrem na massa de grãos armazenados é de fundamental importância, pois permite detectar o início da infestação e auxiliar na tomada de decisão para o manejo das mesmas. O monitoramento baseia-se num sistema eficiente de amostragem de pragas e na medição de variáveis, como temperatura e umidade do grão, que influem na conservação do produto armazenado.

O monitoramento de insetos com armadilhas tipo calador, delta adesiva e gaiola resultou numa captura total de 1276 insetos no silo de milho comum e 1801 insetos no silo de milho *waxy* (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies e número de insetos coletados em armadilhas na massa de grãos e na estrutura armazenadora de milho comum e *waxy*, no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Inseto/Ordem/Família/spp.	Tipo do grão de milho/tipo de armadilha					
	Calador		Delta Adesiva		Gaiola	
	Comum	Waxy	Comum	Waxy	Comum	Waxy
Coleoptera						
Cucujidae						
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens, 1831)	14	43	0	2	38	39
Curculionidae						
<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky, 1855	33	27	0	0	62	82
Nitidulidae						
<i>Carpophilus</i> sp.	0	0	0	0	38	12
<i>Stelidota</i> sp.	0	0	0	0	2	0
Silvanidae						
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	31	23	0	0	31	44
Tenebrionidae						
<i>Gnathocerus cornutus</i> (Fabricius, 1798)	0	0	0	0	0	2
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797)	12	4	0	0	19	24
Diptera						
Bibionidae						
	0	0	0	0	2	0
Culicidae						
	0	0	3	3	21	27
Muscidae						
	0	0	5	3	4	3

Hymenoptera						
Formicidae	0	0	0	0	15	16
Pteromalidae						
<i>Dinarmus basalis</i> (Santis, 1980)	0	0	2	3	1	2
Lepidoptera						
Gelechiidae						
<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier, 1819)	0	0	25	19	0	0
Pyralidae						
<i>Cadra cautella</i> (Walker, 1863)	0	0	354	229	0	0
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813)	0	0	21	10	0	0
Psocoptera						
Liposcelidae						
<i>Liposcelis</i> sp.	396	725	125	437	22	22
TOTAL	486	822	535	706	255	273

3.3.1. Armadilha Calador

O monitoramento de insetos com as armadilhas caladores foi realizado para avaliar a infestação de insetos no grão e a eficácia dos tratamentos em milho comum e *waxy*.

Silo Milho Comum

No silo com milho comum, a espécie mais coletada nas cinco armadilhas caladores foi *Liposcelis* sp. (78%), em seguida foi *S. zeamais* (9%), *O. surinamensis* (6%), *T. castaneum* (3%) e *C. ferrugineus* (2%). A Figura 13 mostra a flutuação das espécies ao longo do tempo de armazenamento do milho comum. Em relação à temperatura da massa de grãos, à medida que a temperatura média registrada nos cabos termométricos próximos à superfície foi aumentando, o número de insetos também aumentou, como pode ser verificado na Figura 13.

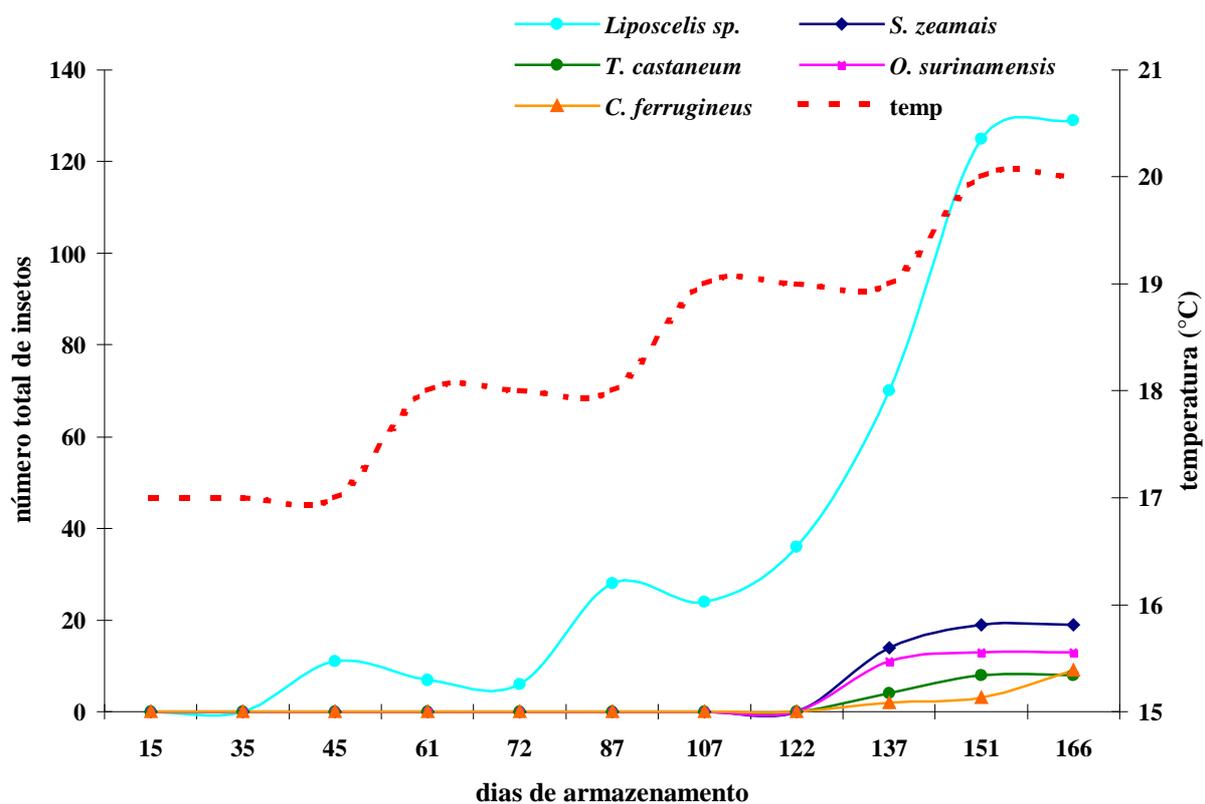


Figura 13. Flutuação das espécies de insetos de grãos armazenados nas armadilhas caladores do silo com milho comum, no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Foi realizada análise da distribuição espacial do número total das espécies mais capturadas nas armadilhas caladores com o programa Surfer[®]. A Figura 14 mostra a análise espacial da distribuição dos insetos capturados nas armadilhas caladores no silo com milho comum no período de experimento.

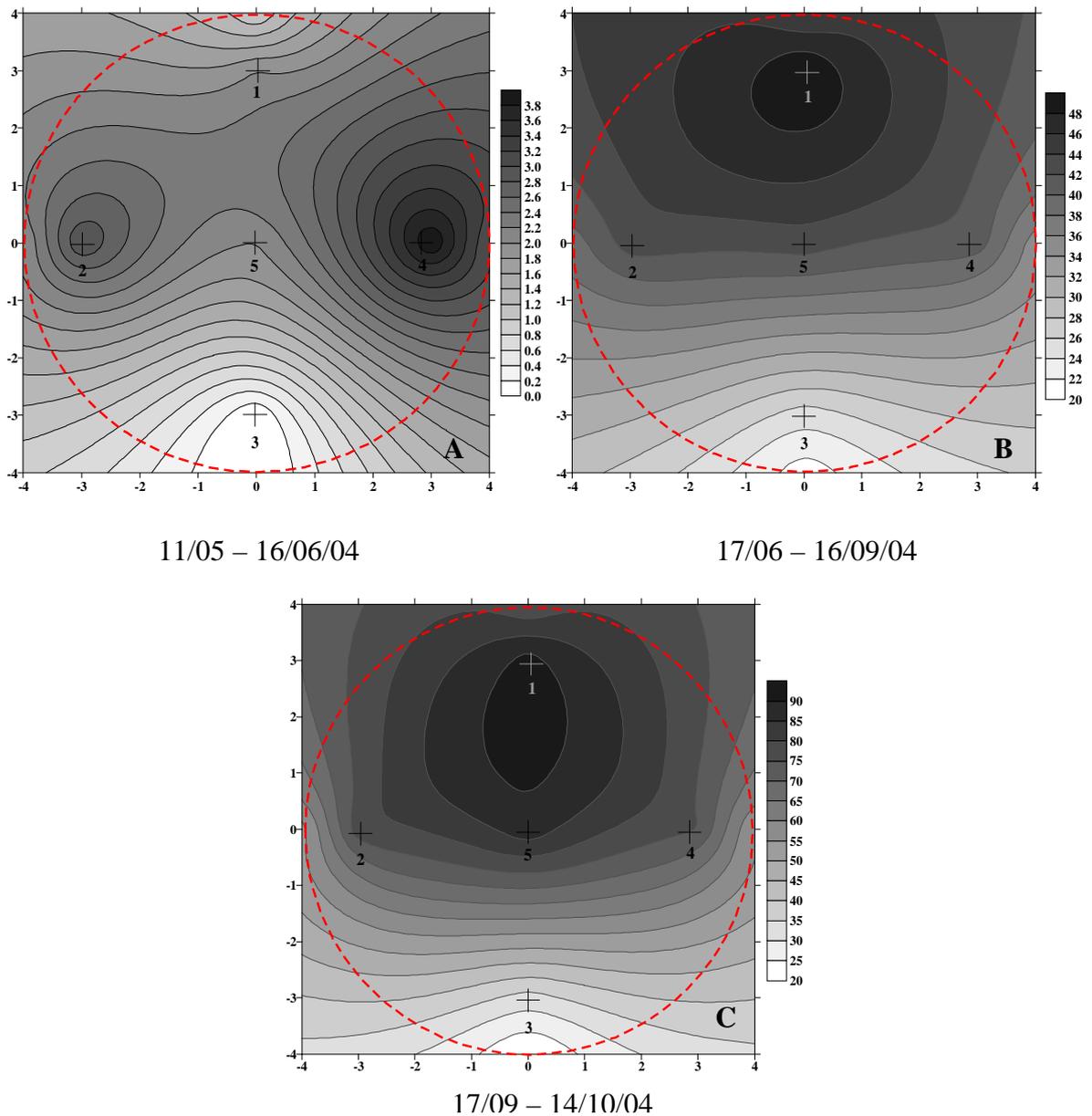


Figura 14. Distribuição espacial dos insetos no silo de milho comum: A. outono (abril – junho); B. inverno (junho – setembro); C. primavera (setembro – outubro), nas armadilhas caladores, Cooperativa Castrolanda, Castro – PR. O símbolo + indica a posição das armadilhas caladores, o ponto (0,0) indica o centro do silo, o círculo tracejado vermelho representa o silo.

O número médio de insetos coletados nas cinco armadilhas caladores e o erro padrão do monitoramento no silo de milho comum por data de coleta podem ser verificados na Figura 15. Pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade não houve diferença significativa no número de insetos coletados nas armadilhas 1, 2, 4 e 5.

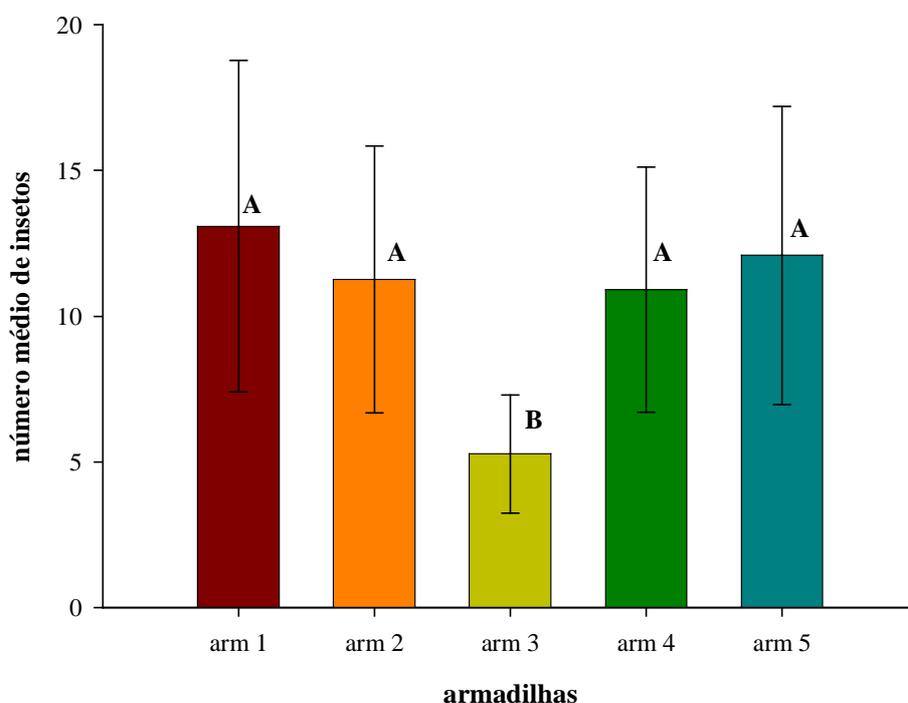


Figura 15. Número médio de insetos capturados (\pm EP) nas armadilhas caladores, por data de coleta no silo com milho comum, no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Em relação à posição da armadilha no silo, conforme a distribuição espacial (Figura 14) e o número médio de insetos capturados (Figura 15) as armadilhas caladores n° 1 e 5, obtiveram o maior número de insetos coletados, com uma média de 13 insetos na armadilha n° 1 e 12 na armadilha n° 5 por data de coleta, mas não diferindo significativamente das armadilhas 2 e 4, a armadilha n° 3 capturou uma média de cinco insetos em cada data de avaliação.

A Figura 16 mostra o cadastro dos dados do monitoramento de insetos com armadilha calador no software de rastreabilidade.

CADASTRADOS		Processo: Monitoramento da armadilha calador	Milho comum nº: 1
<ul style="list-style-type: none"> Entidades <ul style="list-style-type: none"> Milho comum 1 <ul style="list-style-type: none"> Origem Fases <ul style="list-style-type: none"> Campo Recebimento Secagem Armazenamento Processos Produto final 	Fase - Armazenamento	EDITAR EXCLUIR	
	Data: 14/10/2004		
	Número da armadilha: 2		
	Temperatura ambiente (Celsius): 21		
	Temperatura do grão (Celsius): 20		
	Umidade ambiente(%): 58		
Outro tipo de entidade	Umidade do grão (%): 13,5		
Alterar minha senha	Insetos: 25 Quantidade:25		

Figura 16. Tela de registro do monitoramento de insetos com armadilha calador no silo com milho comum no software Rastreabilidade de Grãos.

Silo Milho Waxy

No silo com milho *waxy*, a espécie mais coletada nas cinco armadilhas caladores foi *Liposcelis* sp. (82%), semelhante ao que ocorreu com o milho comum; em seguida foi *C. ferrugineus* (6%), *S. zeamais* (6%), *O. surinamensis* (4%) e *T. castaneum* com menos de 1%.

A Figura 17 mostra a flutuação das espécies ao longo do tempo de armazenamento do milho *waxy*. Em relação à temperatura da massa de grãos, à medida que a temperatura média registrada nos cabos termométricos próximos à superfície foi aumentando, o número de insetos também aumentou, como pode ser verificado na Figura 17, com exceção da espécie *Liposcelis* sp. que esteve presente desde o início do monitoramento.

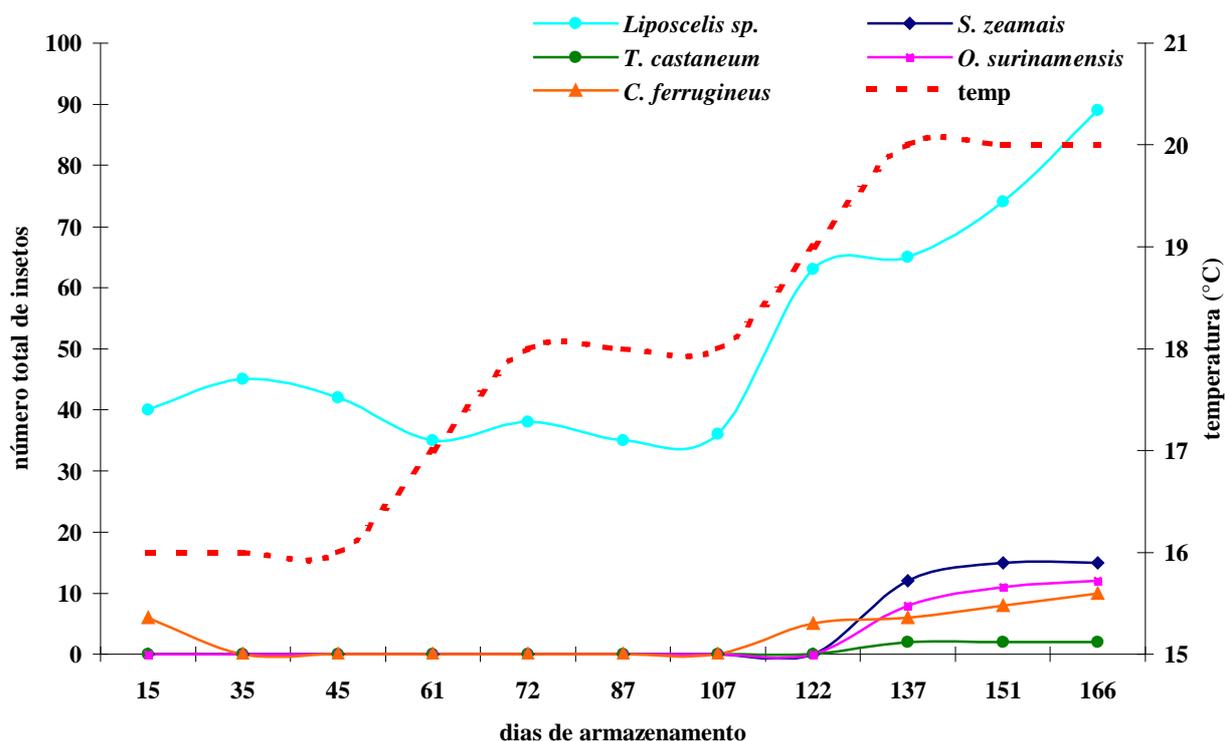


Figura 17. Flutuação das espécies de insetos de grãos armazenados nas armadilhas caladores do silo com milho *waxy*, no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Foi realizada análise da distribuição espacial do número total das espécies mais capturadas nas armadilhas caladores. A Figura 18 mostra a análise espacial da distribuição dos insetos capturados nas armadilhas caladores no silo com milho *waxy* no período de experimento.

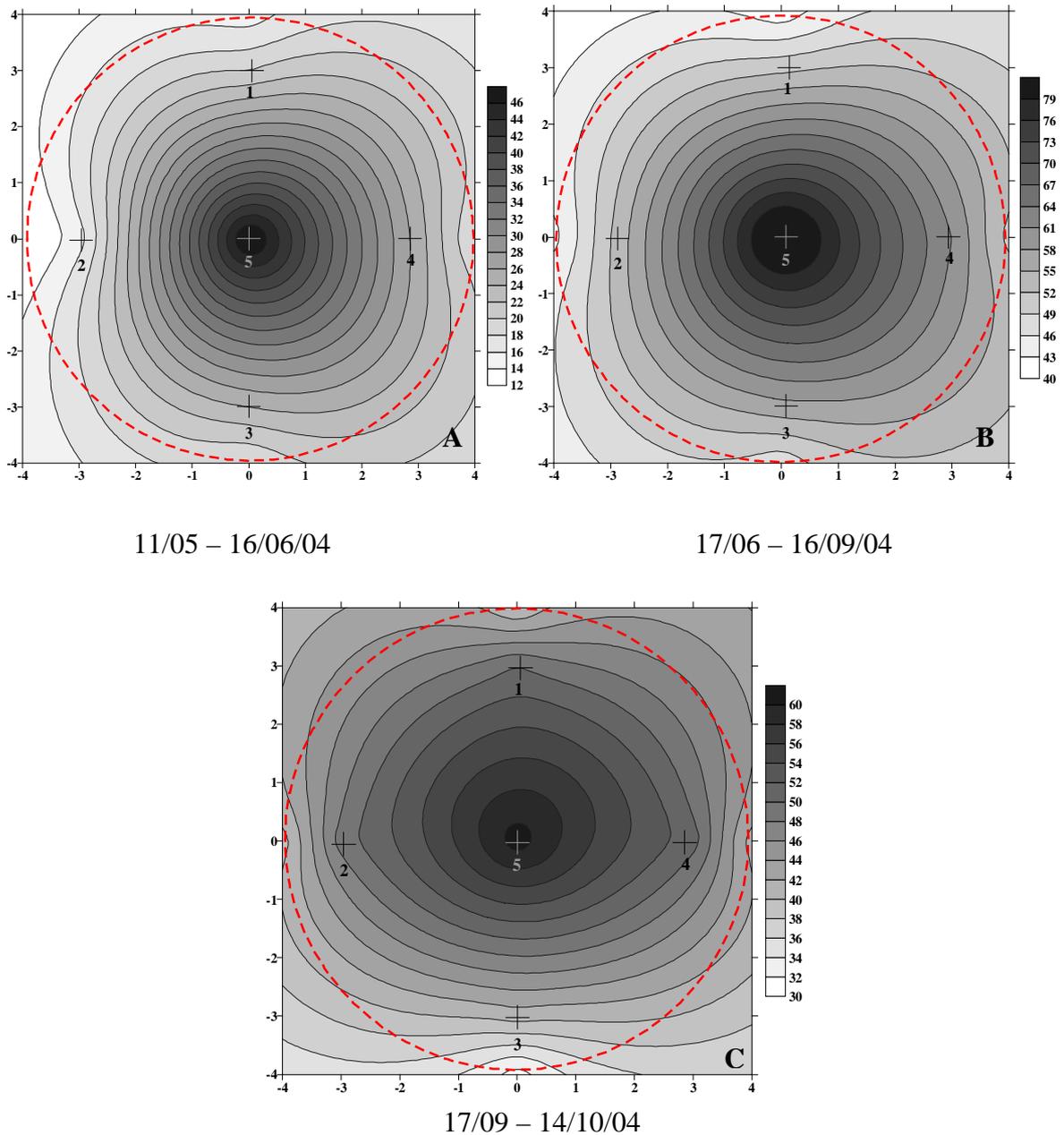


Figura 18. Distribuição espacial dos insetos no silo de milho *waxy*: A. outono (abril – junho); B. inverno (junho – setembro); C. primavera (setembro – outubro), nas armadilhas caldores, Cooperativa Castrolanda, Castro – PR. O símbolo + indica a posição das armadilhas caldores, o ponto (0,0) indica o centro do silo, o círculo tracejado vermelho representa o silo.

O número médio de insetos coletados nas cinco armadilhas caladores e o erro padrão do monitoramento no silo de milho *waxy* por data de coleta podem ser verificados na Figura 19. Pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade não houve diferença significativa no número de insetos coletados nas cinco armadilhas.

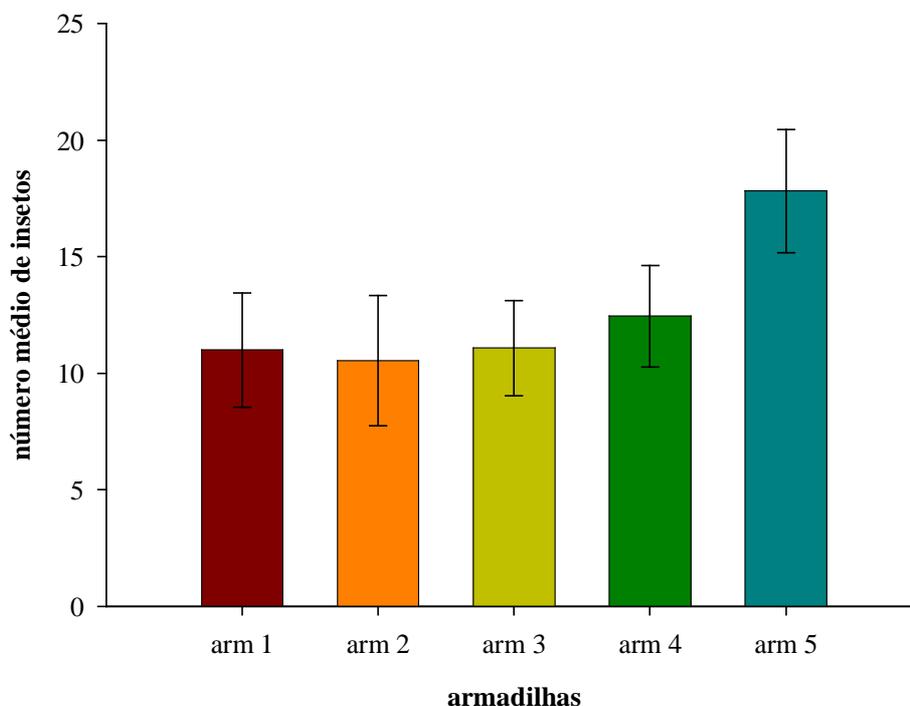


Figura 19. Número médio de insetos capturados nas armadilhas caladores, por data de coleta no silo com milho *waxy*, no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Em relação à posição da armadilha no silo, o calador nº 5 localizado no centro, capturou o maior número de insetos por data de coleta, conforme se observa na análise espacial na Figura 18 e no número médio de insetos capturados (Figura 19), com uma média de 17 insetos em cada data de avaliação.

A Figura 20 mostra o cadastro dos dados do monitoramento de insetos com armadilha calador no software de rastreabilidade.

CADASTRADOS		Processo: Monitoramento da armadilha calador	Milho waxy nº: 1
<ul style="list-style-type: none"> Entidades <ul style="list-style-type: none"> Milho waxy 1 <ul style="list-style-type: none"> Origem Fases <ul style="list-style-type: none"> Campo Recebimento Secagem Armazenamento <ul style="list-style-type: none"> Processos Produto final 		Fase - Armazenamento	
Outro tipo de entidade Alterar minha senha		Data: 01/09/2004 Número da armadilha: 3 Temperatura ambiente (Celsius): 19 Temperatura do grão (Celsius): 19 Umidade ambiente(%): 28 Umidade do grão (%): 14 Insetos: 12 Quantidade:12	
		EDITAR EXCLUIR	

Figura 20. Tela de registro do monitoramento de insetos com armadilha calador no silo com milho *waxy* software Rastreabilidade de Grãos.

As espécies *T. castaneum*, *O. surinamensis* e *C. ferrugineus* são insetos ativos dentro da massa de grãos, entretanto *R. dominica* não tem tanta mobilidade, portanto menos sujeita a ser capturada pelo calador (Subramanyam & Harein 1989). Este tipo de comportamento resulta em diferenças na distribuição dos insetos e faz com que a captura de insetos com a armadilha seja dependente do seu posicionamento na massa de grãos. Wright & Mills (1984) relataram que o número de insetos capturados nas armadilhas caladores é influenciado pelo tipo de grão e localização da armadilha. Eles encontraram um número maior de insetos capturados nas armadilhas caladores localizadas no centro dos silos em relação às armadilhas localizadas próxima a parede dos silos. E mais insetos foram capturados nos caladores no sorgo e milheto do que em silos com milho. Estudos futuros devem ser realizados para confirmar esta relação.

3.3.2. Armadilha Delta Adesiva

O resultado do monitoramento com armadilhas delta adesivas com e sem feromônio Mix Traça foi o seguinte:

Silo Milho Comum

Foram capturados, no período de abril a outubro de 2004, um total de 387 insetos, sendo a maioria Lepidoptera, conforme esperado: 70% *Cadra cautella* (Walker, 1863), 6% *S. cerealella*, 5% *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813). Em função da infestação generalizada de *Liposcelis*, que é um inseto de alta mobilidade, os Psocoptera representaram aproximadamente 19% das espécies capturadas nas armadilhas delta.

Na armadilha sem feromônio foram capturados, no mesmo período, um total de 138 insetos, sendo 58% *C. cautella*, 2% *S. cerealella* e *P. interpunctella* e 37% *Liposcelis* sp.

Além desses insetos foram detectados alguns espécimes de Diptera (Culicidae e Muscidae) e do parasitóide *Dinarmus basalis* (Santis, 1980) (Hymenoptera: Pteromalidae) (Tabela 2). Parasitóides das famílias Braconidae, Chalcidae, Bethylidae e Pteromalidae (Hymenoptera) são encontrados freqüentemente em ambientes de armazenamento de grãos, parasitando estágios imaturos de coleópteros e lepidópteros (Dobie *et al.* 1984).

Conforme o esperado, a armadilha com feromônio Mix Traça capturou um número superior de lepidópteros em relação às armadilhas sem feromônio, mas sem diferença significativa para as espécies *S. cerealella* e *P. Interpunctella*. A Figura 21 mostra o número médio e o erro padrão dos principais insetos coletados nas armadilhas delta adesivas com e sem feromônio. A distribuição espacial da espécie *C. cautella* está representada na Figura 22.

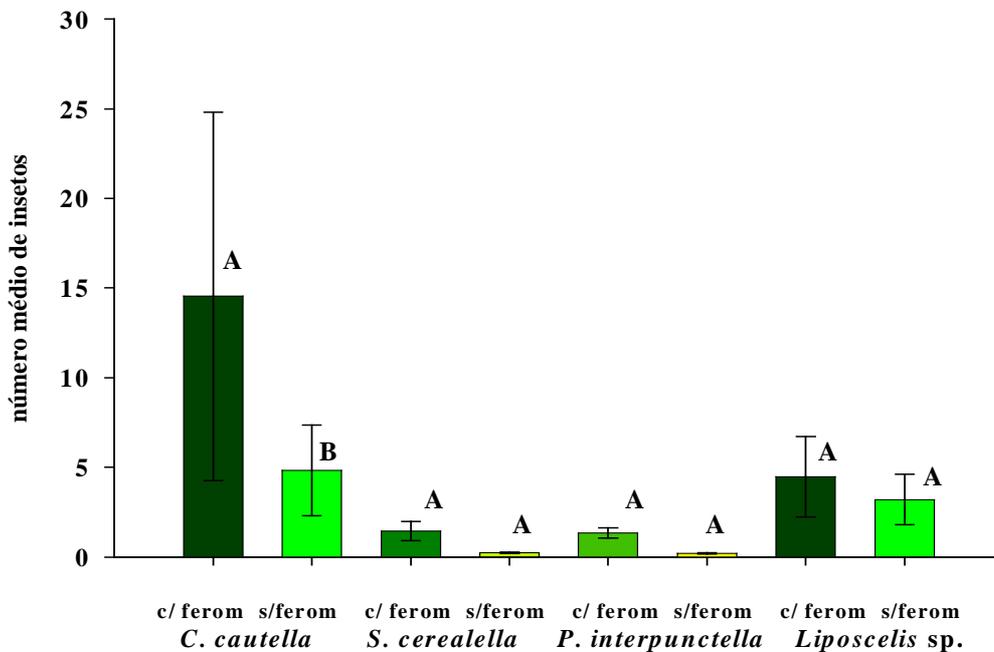


Figura 21. Número médio de insetos capturados nas armadilhas delta adesiva com e sem feromônio no silo com milho comum, no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

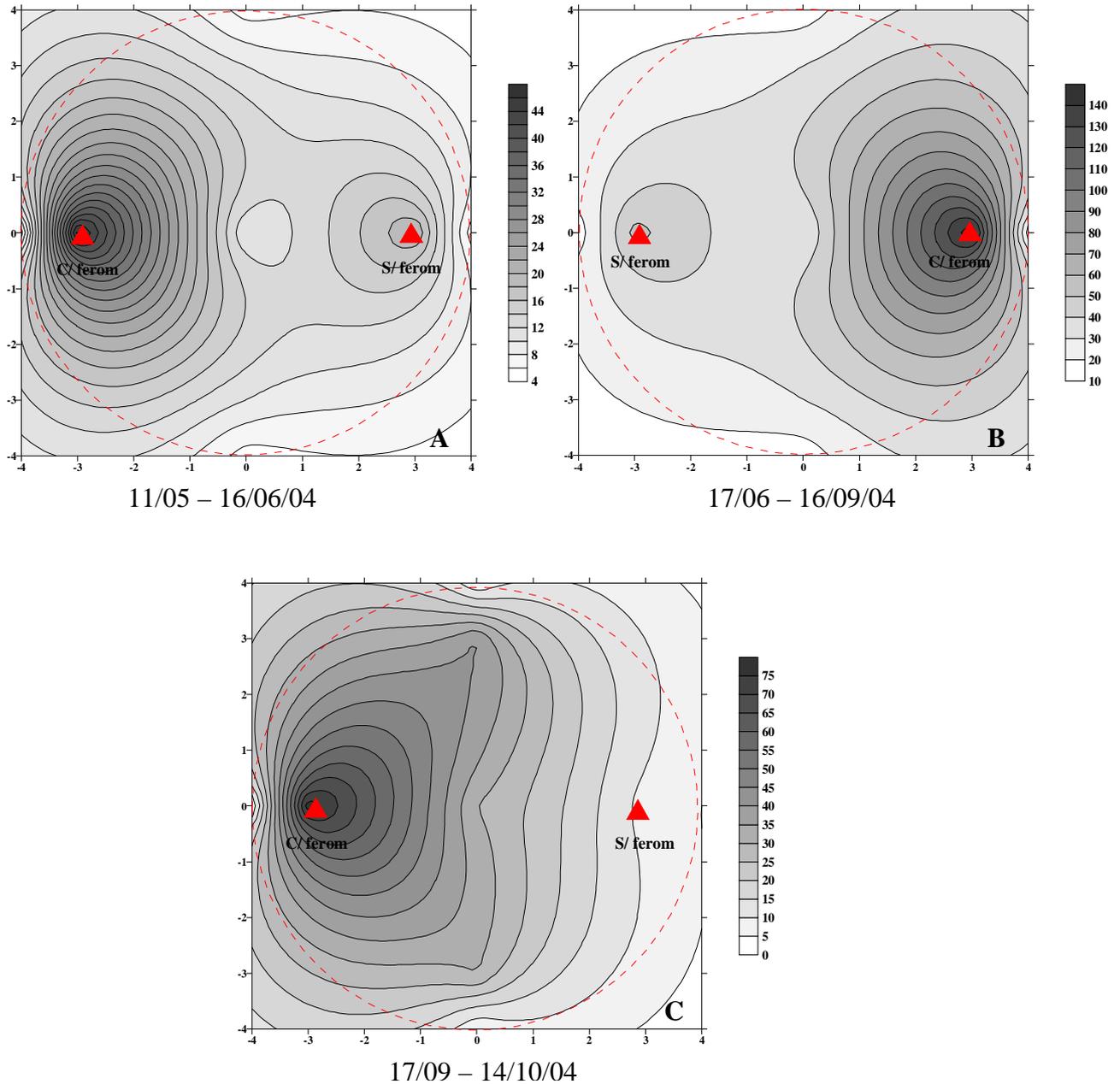


Figura 22. Distribuição espacial de *C. cautella*. no silo de milho comum: A. outono (abril – junho); B. inverno (julho – setembro); C. primavera (setembro – outubro), nas armadilhas delta adesiva com e sem feromônio, Cooperativa Castrolanda, Castro – PR. O símbolo Δ indica a posição das armadilhas caladores, o ponto (0,0) indica o centro do silo, o círculo tracejado vermelho representa o silo.

A distribuição espacial de *C. cautella* foi realizada para ilustrar o maior número de insetos capturados nas armadilhas com feromônio, independentemente da posição.

Para a espécie *S. cerealella* o número de espécimes capturados nas armadilhas com feromônio no período de outono foi apenas um, no inverno seis e na primavera 15. Nas armadilhas sem o feromônio, foram capturados dois espécimes no inverno e um na primavera.

Para a espécie *P. interpunctella* não foram capturados espécimes nas armadilhas com feromônio no período do outono, no inverno foram capturado seis espécimes e na primavera, 15. Nas armadilhas sem o feromônio, no período do outono foram capturados dois espécimes no inverno e um na primavera somente.

Liposcelis sp. foi capturado nas armadilhas com e sem feromônio no final do inverno e na primavera.

A Figura 23 mostra o cadastro dos dados do monitoramento de insetos com armadilhas delta no software de rastreabilidade.

Processo: Monitoramento da armadilha delta adesiva		Milho comum nº: 1
CADASTRADOS Entidades Milho comum 1 Origem Fases Campo Recebimento Secagem Armazenamento Processos Produto final Outro tipo de entidade Alterar minha senha		
Fase - Armazenamento		
	Data:	16/09/2004
	Número da armadilha:	1
	Temperatura ambiente (Celsius):	21
	Umidade ambiente(%):	57
	Feromônio:	sim
	Insetos: 38	Quantidade: 38
	Cadra cautella: 20	
	Sitotroga cerealella: 2	
	Plodia interpunctella:	
	Psocoptera - Liposcelis sp.: 16	
	Coleópteros encontrados na armadilha:	
	Outros:	

Figura 23. Tela de registro do monitoramento de insetos com armadilha delta adesiva no silo com milho comum no software Rastreabilidade de Grãos.

Silo Milho Waxy

Na armadilha delta com feromônio foram capturados, no período de abril a outubro de 2004, um total de 414 insetos, sendo 42% de *C. cautella*, 4% de *S. cerealella*, 2% de *P. interpunctella* e 53% do psocóptero *Liposcelis* sp.

Na armadilha delta sem feromônio foram capturados no mesmo período um total de 283 insetos, sendo 20% de *C. cautella*, aproximadamente 1% de *S. cerealella* e *P. interpunctella* e 77% de *Liposcelis* sp.

Além desses insetos foram encontrados *C. ferrugineus*, alguns Diptera (Culicidae e Muscidae) e o parasitóide *D. basalis* (Tabela 2).

O feromônio Mix Traça utilizado nas armadilhas adesivas delta, teve uma resposta positiva para as espécies de lepidópteros, mostrando que o número de capturas foi maior na presença de feromônio, mas foi significativamente diferente (teste de Tukey a 5% de probabilidade) apenas para a espécie *C. cautella*, que é uma das espécies alvo do feromônio Mix Traça. A Figura 24 mostra o número médio e o erro padrão dos principais insetos coletados nas armadilhas delta adesivas com e sem feromônio.

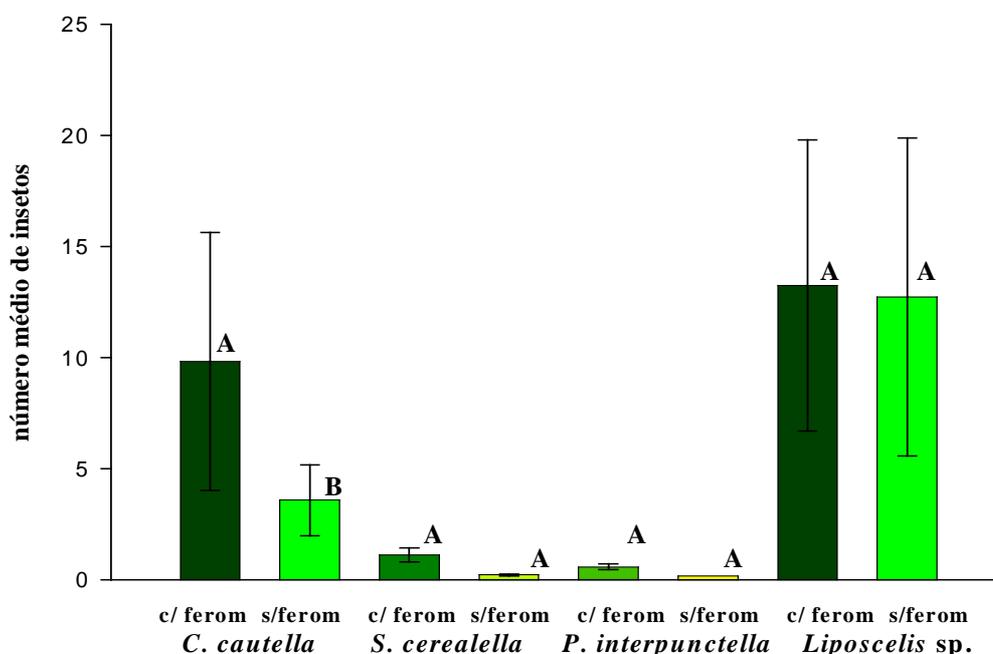


Figura 24. Número médio de insetos capturados nas armadilhas delta adesiva com e sem feromônio no silo com milho *waxy*, no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

A distribuição espacial da espécie *C. cautella* está representada na Figura 25, indicando a localização da espécie sem relação à armadilha com feromônio. No início do monitoramento (outono), as duas armadilhas (com e sem feromônio) capturaram a *C. cautella*, mas no inverno e na primavera o número de espécimes coletados nas armadilhas com feromônio foi superior.

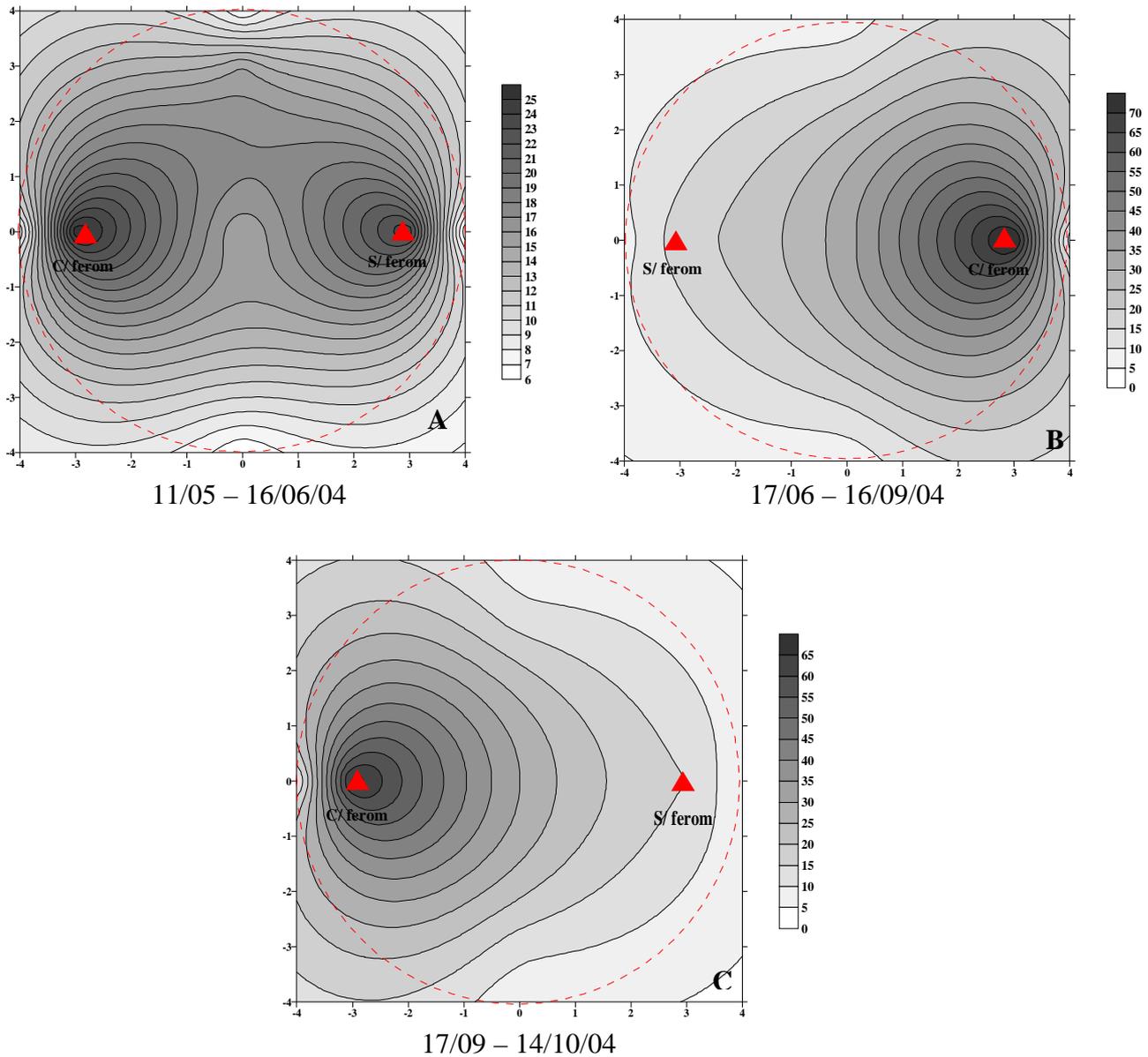


Figura 25. Distribuição espacial de *C. cautella*. no silo de milho *waxy*: A. outono (abril – junho); B. inverno (julho – setembro); C. primavera (setembro – outubro), nas armadilhas delta adesiva com e sem feromônio, Cooperativa Castrolanda, Castro – PR. O símbolo Δ indica a posição das armadilhas caladores, o ponto (0,0) indica o centro do silo, o círculo tracejado vermelho representa o silo.

A Figura 26 mostra as armadilhas com e sem feromônio e a diferença na quantidade de insetos capturados.

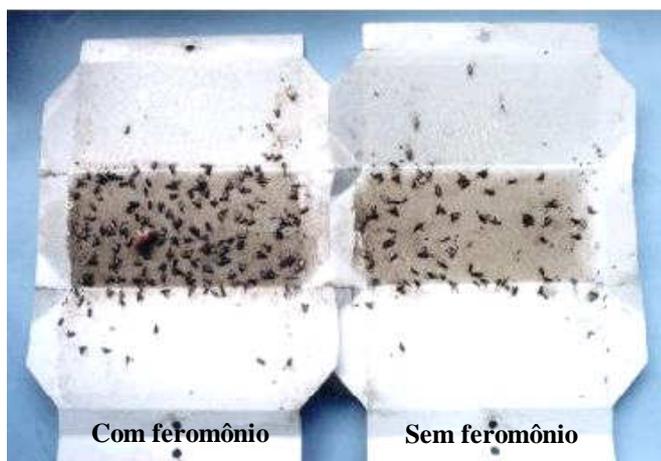


Figura 26. Insetos capturados nas armadilhas delta adesivas com e sem feromônio.

Não foram capturados espécimes de *S. cerealella* nas armadilhas adesivas no período do outono; no período do inverno foram apenas três e na primavera, 13 espécimes. Nas armadilhas sem o feromônio, foram capturado apenas 3 espécimes na primavera.

Para a espécie *P. interpunctella* não foram capturados espécimes nas armadilhas no período do outono; no inverno foi capturado apenas um e na primavera, sete. Nas armadilhas sem o feromônio, foram capturados apenas dois espécimes na primavera.

Liposcelis sp. foi capturado em grandes números nas armadilhas com e sem feromônio no final do inverno e na primavera, indicando uma infestação generalizada por este inseto, mesmo que as armadilhas adesivas e o feromônio não sejam específicos para o mesmo.

A Figura 27 mostra o cadastro dos dados do monitoramento de insetos com armadilhas delta no software de rastreabilidade.

Processo: Monitoramento da armadilha delta adesiva		Milho waxy nº: 1		
CADASTRADOS <ul style="list-style-type: none"> [-] Entidades <ul style="list-style-type: none"> [-] Milho waxy 1 <ul style="list-style-type: none"> [-] Origem <ul style="list-style-type: none"> [-] Fases <ul style="list-style-type: none"> [-] Campo [-] Recebimento [-] Secagem [-] Armazenamento [-] Processos [-] Produto final 			Fase - Armazenamento Data: 30/09/2004 Número da armadilha: 1 Temperatura ambiente (Celsius): 18 Umidade ambiente(%): 70 Feromônio: sim Insetos: 81 Quantidade:81 Cadra cautella: 32 Sitotroga cerealella: 5 Plodia interpunctella: 2 Psocoptera - Liposcelis sp.: 42 Coleópteros encontrados na armadilha: Outros:	EDITAR EXCLUIR
Outro tipo de entidade Alterar minha senha				

Figura 27. Tela de registro do monitoramento de insetos com armadilha delta adesiva no silo com milho *waxy* no software Rastreabilidade de Grãos.

As fêmeas dos piralídeos liberam um ou mais feromônios sexuais, que atraem os machos da mesma espécie. O principal atraente sexual dos piralídeos da subfamília Phycitinae é quimicamente idêntico, de forma que apenas um produto químico pode ser necessário para monitorar ou controlar as espécies de traças dessa subfamília (Dobie *et al.* 1984).

3.3.3. Armadilha Gaiola

Os insetos capturados nas duas armadilhas gaiolas localizadas na área externa do silo 1 (milho comum) foram os coleópteros: *S. zeamais* (24%), *C. ferrugineus* (15%), *O. surinamensis* (12%), *T. castaneum* (7%), *Carpophilus* sp. (5%), os psocópteros *Liposcelis* sp. (9%) e outros insetos da Ordem Diptera e Hymenoptera (Tabela 2).

Os insetos capturados nas duas armadilhas gaiolas localizadas na área externa do silo 2 (milho *waxy*) foram os coleópteros: *S. zeamais* (30%), *O. surinamensis* (16%), *C. ferrugineus* (14%), *T. castaneum* (9%), *Carpophilus* sp. (4%), os psocópteros *Liposcelis* sp. (8%) e outros insetos da Ordem Diptera e Hymenoptera (Tabela 2).

Os resultados de captura dos insetos estão de acordo com o que foi observado por Paula (2001), Rupp (2001) e Pereira (1999), as armadilhas colocadas nos locais próximos da área de armazenamento coletam um maior número de insetos, considerando as condições locais de realização do experimento.

A ocorrência de *Sitophilus* spp. em grande número na unidade armazenadora também está de acordo com as observações de Pereira *et al.* (2000), que capturaram 11 espécies de

insetos em armadilhas tipo gaiola colocadas ao redor de silos com milho, sendo que *S. zeamais* representou 63,4% do total.

Na Figura 28, observa-se que a captura de insetos com as armadilhas tipo gaiola em geral apresentou correspondência com a temperatura média da região de Castro. Verifica-se um pico populacional aos 61 dias de armazenamento (02/07/04) e aos 150 – 166 dias de armazenamento (30/09 – 14/10/04), quando a temperatura aumentou.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante o período de coleta são representados no Anexo 1.

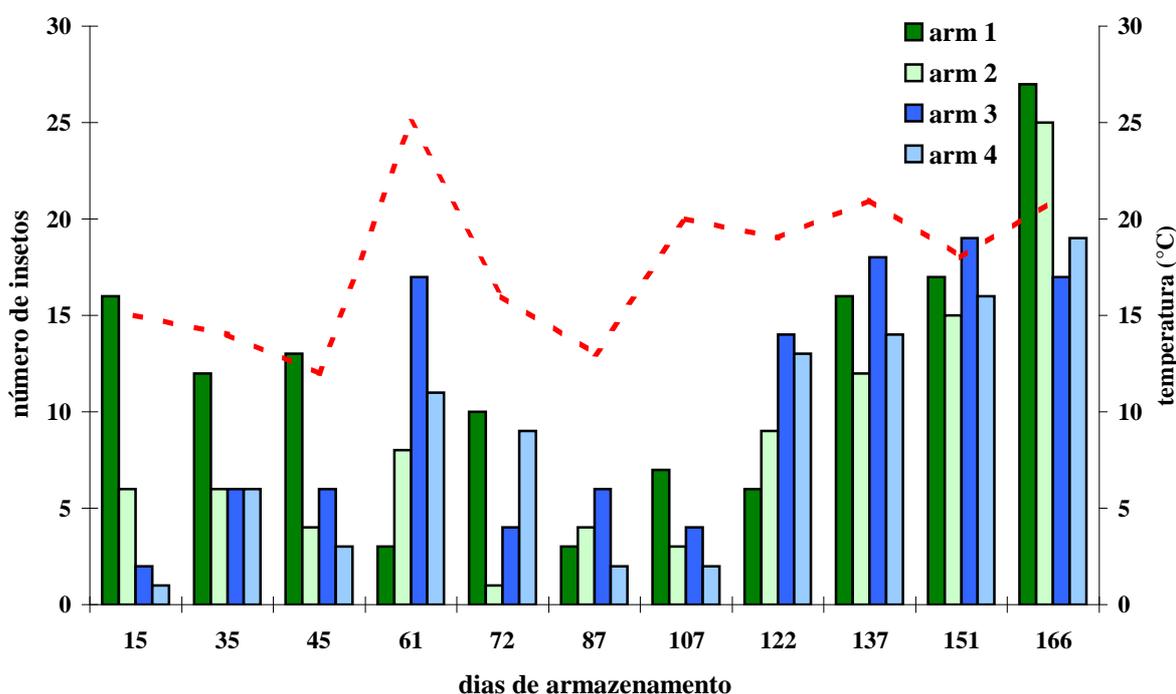


Figura 28. Número total de insetos coletados nas armadilhas gaiolas 1 e 2 (silo milho comum), 3 e 4 (silo milho waxy), no período de abril a outubro de 2004, na Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Pereira (1999), em um monitoramento com armadilhas tipo gaiola, verificou um pico de atividade dos insetos nos meses mais quentes do ano, quando a temperatura média estava entre 17 e 20°C. Apesar das armadilhas terem capturado um grande número de insetos, mesmo nos meses mais frios, o trabalho mostra que todas as espécies estão ativas durante todo o ano, fazendo com que os grãos armazenados estejam continuamente sujeitos à infestação.

Segundo Cogburn *et al.* (1984), muitas espécies de insetos capturadas nas armadilhas com iscas alimentares produzem feromônios de agregação os quais provavelmente atraem outros indivíduos. Assim, o grande número de insetos capturados pelas armadilhas com atrativo alimentar pode também ser o resultado da atração de outros membros da espécie pela ação de feromônios de agregação. Além disso, membros da família Cucujidae são conhecidos por serem atraídos por odores fúngicos, os quais estão presentes em grande quantidade em grãos e sementes moídos ou triturados (Pierce *et al.* 1991, Lazzari 1997).

A análise da distribuição espacial dos insetos na estrutura armazenadora permite localizar focos de insetos que podem determinar a expansão de novas infestações. Pelo uso de mapa de risco de infestação, as práticas de monitoramento e manejo podem ser dirigidas com alto grau de precisão, permitindo a detecção precoce de pragas em lugares de difícil acesso, antes destas se deslocarem para dentro da massa de grãos, e auxilia para tornar mais eficiente a decisão das estratégias de manejo ou medidas de controle (Trematerra *et al.* 2004). Outro aspecto importante é que, à medida que o registro de dados vai aumentando, é possível estabelecer um histórico da presença de insetos na estrutura, que é muito valioso para fins de manejo integrado de pragas.

Com os resultados das capturas foi elaborado um mapa indicando as áreas propensas à infestação por insetos (Figura 29). Conforme a probabilidade de infestação, as áreas foram designadas como de alto, médio e baixo risco, sendo as áreas de maior risco em torno das armadilhas que mais capturaram insetos durante o período de monitoramento. Nas áreas indicadas em vermelho (alto risco) na Figura 29, foram encontrados grãos de milho e soja espalhados pelo chão pois é uma área de circulação e saída de uma das portas do graneleiro localizado ao lado dos silos, e representa potencial foco de infestação de insetos para a massa de grãos.

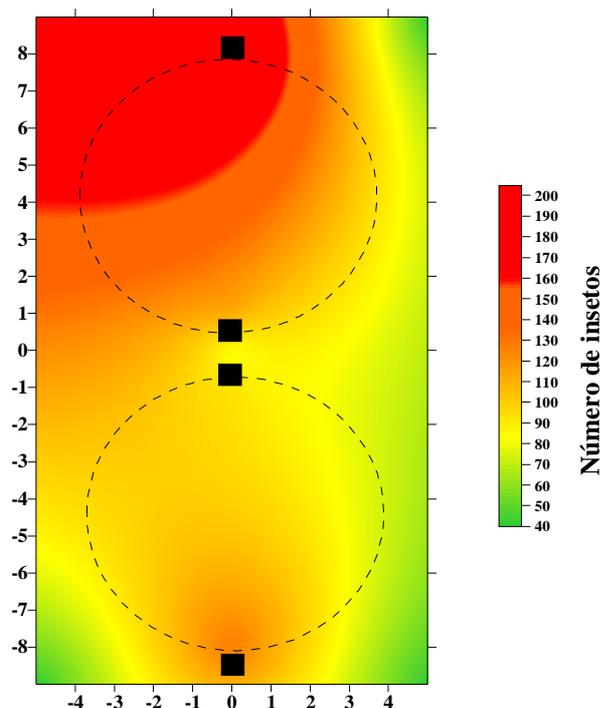


Figura 29. Mapa de risco de infestação baseado no número de insetos capturados nas quatro armadilhas gaiola (representadas por ■) colocadas na área externa dos silos com milho comum e *waxy*, no período de abril a outubro de 2004, Cooperativa Castrolanda, Castro – PR.

Uma vez determinadas as áreas potenciais, buscam-se as prováveis causas da infestação, fazendo-se uma análise detalhada do local, observando desde os aspectos de higienização da estrutura, presença de resíduos de grãos, madeira em decomposição e sementes de plantas não cultivadas. Segundo Linsley (1944), cantos ou superfícies de difícil acesso com resíduos proporcionam o desenvolvimento de populações de insetos.

Segundo Sartori & Lorini (2000), a limpeza de equipamentos e da estrutura de armazenagem de grãos e também dos veículos utilizados para o transporte, são muito importantes para reduzir a infestação por insetos. No entanto, essa ainda não tem sido uma prática corriqueira.

Os resultados com o monitoramento de insetos com armadilhas tipo gaiola foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos (Figuras 30 e 31).

Processo: Monitoramento da armadilha gaiola		Milho comum nº: 1		
CADASTRADOS Entidades Milho comum 1 Origem Fases Campo Recebimento Secagem Armazenamento Processos Produto final Outro tipo de entidade Alterar minha senha			Fase - Armazenamento Data: 16/09/2004 Número da armadilha: 4 Temperatura ambiente (Celsius): 21 Umidade ambiente(%): 57 Insetos: 14 Quantidade:14 Sitophilus oryzae: Sitophilus zeamais: 3 Rhyzopertha dominica: Cryptolestes ferrugineus: 4 Gnatocerus cornutus: Oryzaephilus surinamensis: 4 Tribolium castaneum: 3	EDITAR EXCLUIR

Figura 30. Tela de registro do monitoramento de insetos com armadilha gaiola no silo com milho comum no software Rastreabilidade de Grãos.

Processo: Monitoramento da armadilha gaiola		Milho waxy nº: 1		
CADASTRADOS Entidades Milho waxy 1 Origem Fases Campo Recebimento Secagem Armazenamento Processos Produto final Outro tipo de entidade Alterar minha senha			Fase - Armazenamento Data: 30/09/2004 Número da armadilha: 2 Temperatura ambiente (Celsius): 18 Umidade ambiente(%): 70 Insetos: 15 Quantidade:15 Sitophilus oryzae: Sitophilus zeamais: 5 Rhyzopertha dominica: Cryptolestes ferrugineus: 3 Gnatocerus cornutus: Oryzaephilus surinamensis: 2 Tribolium castaneum: 4	EDITAR EXCLUIR

Figura 31. Tela de registro do monitoramento de insetos com armadilha gaiola no silo com milho waxy no software Rastreabilidade de Grãos.

Considerações sobre o monitoramento de insetos:

A ordem Psocoptera representada pela Família Liposcelidae (*Liposcelis* sp.) teve um número expressivo de captura nas armadilhas caladores e delta adesivas. Esta espécie desenvolve-se em farinhas, alimentos e outros produtos de cereais mofados ou úmidos, alimentando-se de fungos e ovos de insetos (Dobie *et al.* 1984). Altas infestações por esses insetos podem causar perdas significativas em massa e qualidade de grãos armazenados; no entanto, o dano que causam aos grãos é mais difícil de ser notado e quantificado do que os orifícios produzidos pelas pragas primárias (Rees & Walker 1990).

Há evidências de resistência de *Liposcelis* sp. a inseticidas, sendo que o aumento da tolerância a inseticidas pode ser resultado de um aumento da detoxificação por enzimas associadas com a resistência a inseticidas (Lee-Sung-Eun 2002, Rossiter *et al.* 2001). Esse comportamento justifica o aparecimento desta praga mesmo após a aplicação de inseticidas no armazém, conforme observado nesta pesquisa e comentado pelos armazenistas.

Segundo Arbogast *et al.* (1998), o manejo integrado de pragas de armazenagem requer compreensão dos ecossistemas de armazenamento e precisão no monitoramento dos níveis de população de pragas. O monitoramento deve estar baseado num sistema eficiente de amostragem de pragas, por qualquer método empregado, e na medição de diversas variáveis que influem na conservação do grão armazenado. Dessa forma, com o método eficaz e com o acompanhamento contínuo, pode-se determinar e manejar os fatores que podem interferir na conservação dos grãos.

A justificativa para se utilizar diversos tipos de armadilhas é porque os insetos de produtos armazenados estão presentes em grande quantidade ao redor de unidades armazenadoras durante todo o ano e não existe época em que o produto armazenado não esteja sujeito ao ataque de insetos (Throne & Cline 1994). Resultados de um estudo realizado por Throne & Cline (1991) indicam que mesmo pequenas quantidades de grãos localizados próximos de estruturas armazenadoras podem atrair *Sitophilus* spp., ou servir como local de reprodução, devendo desta maneira, serem removidos. Em situação onde grãos ou seus resíduos acumulam-se em lugares inacessíveis e permanecem assim por alguns anos, a sucessão de populações de insetos pode seguir ininterruptamente, servindo como fonte de infestação para o grão sadio armazenado (Arbogast & Mullen 1988). Dowdy & McGaughey (1994) encontraram relações significativas entre as populações de insetos dentro e fora da massa de grãos em silos experimentais sem o uso de inseticidas.

Se uma estrutura de armazenamento for completamente limpa antes do armazenamento e o grão a ser armazenado não está infestado ou é tratado no momento do armazenamento, a única fonte de infestação é o ambiente externo (Dowdy & McGaughey 1994). Throne & Cline (1994), ao testarem armadilhas aéreas adesivas e armadilhas com iscas alimentares, constataram que mesmo quando armadilhas aéreas não capturaram insetos, as armadilhas com isca alimentar o fizeram, indicando que os insetos de produtos armazenados estão ativos mesmo quando as temperaturas estão muito baixas para o vôo.

Weston & Barney (1998) compararam dois tipos de armadilhas, caladores e adesivas tipo delta. Os resultados mostraram que os caladores capturaram maior número de coleópteros como *O. surinamensis*, *T. castaneum* e *S. zeamais*. As armadilhas adesivas tipo

delta capturaram principalmente lepidópteros de grãos armazenados como *P. interpunctella*, *S. cerealella* e *C. cautella*, essas armadilhas capturaram também um grande número de parasitóides. A combinação dessas armadilhas foi eficiente para o monitoramento de pragas e insetos benéficos em grãos armazenados.

3.4. Tratamentos para o controle de insetos

Como esta pesquisa representa o estudo de um caso para aplicar princípios de rastreabilidade de grãos em larga escala, evitou-se interferência na rotina da cooperativa, e se houve foi mínima; procurando documentar os processos relativos ao estudo e tratar os dados estatisticamente, quando possível.

Como não foi possível comparar a eficácia dos tratamentos, foi registrado o comportamento das infestações de insetos nos dois silos, baseando-se nos resultados das capturas com as armadilhas caladores. Contudo, não se pode atribuir estes resultados ao efeito de um ou de outro tratamento de uma forma definitiva.

Resfriamento Artificial

O resfriamento artificial e a aeração mantiveram a temperatura do grão dos dois silos abaixo de 17°C por aproximadamente quatro meses. A manutenção da temperatura neste nível favorece o controle das populações de insetos, pois reduz sua atividade (movimento, alimentação e reprodução). Esta medida física de controle pode ter sido responsável pela manutenção do número reduzido de *S. zeamais* (principal praga de armazenamento) até os 120 dias de armazenamento nos dois silos. Por outro lado, *Liposcelis* sp. começou a ser detectada, em número reduzido no milho comum, a partir dos 35 dias de armazenamento e no milho *waxy* desde a realização do primeiro monitoramento (15 dias após o início dos tratamentos), em um número expressivo, conforme mostram os resultados das capturas com as armadilhas caladores (Figuras 13 e 17 do item 3.3.1).

Devido à estrutura do grão, da sua superfície, das suas propriedades físicas como baixa condutividade térmica, o grão oferece as melhores condições para serem resfriados e assim permanecerem por longos períodos de tempo. Além da redução de custos de secagem, de reduzir perdas fisiológicas pela respiração do grão e manter alta qualidade, o resfriamento artificial oferece excelente proteção contra insetos. Em geral, temperaturas acima de 21°C, ou em torno de 25 a 30°C, oferecem as condições ideais para diferentes espécies de insetos se desenvolverem. A atividade dos insetos, bem como a sua multiplicação é suspensa à temperatura em torno de 13°C. O controle químico de insetos

torna-se desnecessário quando o grão está refrigerado e cuja temperatura está abaixo de 17°C (Santos 2006). Desta forma, o resfriamento artificial vem sendo considerado uma medida eficiente para o controle de insetos no Brasil e em outros países, especialmente em regiões de clima quente.

Os dados de temperatura (termometria) e umidade do grão foram registrados a cada coleta (Anexo 2).

Aeração

Durante o período do experimento foram registrados os dados de aeração dos silos. O silo com milho comum teve uma aeração acumulada de 106 horas e 13 minutos no período de 11/03 (início do resfriamento artificial) até 14/10/04 no final do experimento. O silo 2 com milho *waxy* teve uma aeração acumulada de 123 horas e 36 nesse mesmo período. No presente trabalho, a aeração complementou a ação do resfriamento artificial.

O uso da aeração para inibir o desenvolvimento de pragas já vem, há muito tempo, sendo praticada. A aeração pode reduzir a temperatura da massa de grãos a um valor que inibe a multiplicação dos insetos conforme observou Reed & Arthur (2000). Porém, algumas espécies de insetos são mais adaptadas às condições de temperatura mais baixa e o efeito da aeração, somente, principalmente em períodos ou regiões de clima quente, não é capaz de reprimir o desenvolvimento populacional de algumas espécies. Pesquisas realizadas nos Estados Unidos por Arthur & Throne (1994), utilizando um processo contínuo de aeração, demonstraram que populações de *S. zeamais* e *T. castaneum* foram significativamente reduzidas nos silos submetidos a aeração. Eles também observaram uma perda de eficiência mais rápida do inseticida aplicado no silo não submetido a aeração do que no silo aerado. A aeração deve ser realizada quando a temperatura do ar estiver mais baixa e o ar estiver mais seco.

Os dados de aeração (tempo em horas) estão representados no Anexo 3 e foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos (Figuras 32 e 33).

CADASTRADOS		Processo: Aeração	Milho comum nº: 1
<ul style="list-style-type: none"> Entidades <ul style="list-style-type: none"> Milho comum 1 <ul style="list-style-type: none"> Origem Fases <ul style="list-style-type: none"> Campo Recebimento Secagem Armazenamento <ul style="list-style-type: none"> Processos Produto final 		Fase - Armazenamento	EDITAR EXCLUIR
Outro tipo de entidade		Silo número: 793	
Alterar minha senha		Data: 30/09/2004	
		Tempo (horas): 91:22	
		Temperatura ambiente (Celsius): 18	
		Umidade ambiente(%): 70	
		Nome do responsável:	
		Informações adicionais:	

Figura 32. Tela de registro do processo de aeração no silo com milho comum no software Rastreabilidade de Grãos.

CADASTRADOS		Processo: Aeração	Milho waxy nº: 1
<ul style="list-style-type: none"> Entidades <ul style="list-style-type: none"> Milho waxy 1 <ul style="list-style-type: none"> Origem Fases <ul style="list-style-type: none"> Campo Recebimento Secagem Armazenamento <ul style="list-style-type: none"> Processos Produto final 		Fase - Armazenamento	EDITAR EXCLUIR
Outro tipo de entidade		Silo número: 405	
Alterar minha senha		Data: 16/09/2004	
		Tempo (horas): 102:33	
		Temperatura ambiente (Celsius): 21	
		Umidade ambiente(%): 57	
		Nome do responsável:	
		Informações adicionais:	

Figura 33. Tela de registro do processo de aeração no silo com milho *waxy* no software Rastreabilidade de Grãos.

3.5. Expedição do milho armazenado

O silo com milho comum começou a ser retirado em pequenos lotes a partir de 14/10/04. A partir deste ponto não foi mais possível acompanhar os processos, e a identidade do produto foi perdida, pois o produto foi encaminhado para diversas indústrias e misturado com outros lotes para o preparo de rações.

O silo com milho *waxy* também começou a ser descarregado na mesma data e o seu destino foi a empresa multinacional National Starch, localizada em Santa Catarina. Atualmente, todo o milho *waxy* produzido na região de Castro e armazenado na Cooperativa Castrolanda vai para essa indústria. A partir deste ponto também não foi mais possível rastrear os lotes porque a indústria mantém segredo industrial de seus processos.

Contudo, foram obtidas algumas informações gerais a respeito do recebimento e processamento do milho *waxy*, conforme segue.

A empresa utiliza o milho *waxy* em processos de moagem a úmido para o segmento alimentício e de colas e adesivos, porque o grão contém 99% de amilopectina. Os subprodutos do milho *waxy* são o glúten, germe, casca e carolo, com as porcentagens iguais ao do comum, e servem para as mesma aplicações deste, principalmente para rações.

As características exigidas no recebimento desses lotes são que eles conservem ainda os 99% de amilopectina, para não ter mistura com a amilose. Como a indústria utiliza o amido, os grãos devem ser inteiros, com a quantidade máxima de quebrados de 9%, 6% de ardidos e 2% de impurezas. No recebimento, além da análise para detecção de amilopectina, é realizada também uma análise para aflatoxinas. Se houver a presença de insetos e fragmentos nos lotes de milho *waxy* recebidos na indústria, a carga é devolvida, pois, no caso, o amido é utilizado para alimento e não pode ter nenhuma contaminação para não afetar a qualidade.

Os dados de expedição do milho *waxy* também foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos, conforme mostra a Figura 34, porém, como foi mencionado, a partir deste ponto, perdeu-se a identidade dos lotes, mas é possível rastrear as etapas anteriores caso a indústria tenha alguma reclamação sobre a matéria prima.

Fase: Produto final		Milho waxy nº: 1
		EDITAR
Entidades		
Milho waxy 1		
Origem		Data de saída: 16/10/2004
Fases		Silo número: 405
Campo		Quantidade (Kg): 1000
Recebimento		Destino: National Starch
Secagem		Nome do responsável: Carlos
Armazenamento		Observações:
Produto final		
Processos		
Outro tipo de entidade		
Alterar minha senha		

Figura 34. Tela de registro da fase de expedição do milho *waxy* no software Rastreabilidade de Grãos.

Os resultados obtidos durante esse período de sete meses de experimento forneceram informações importantes sobre o manejo integrado de pragas durante o armazenamento do milho comum e *waxy* (especial), destacando: o monitoramento de insetos, com as principais espécies detectadas no grão e na estrutura, bem como sua distribuição espacial e

mapa de risco; as medidas adotadas para o controle das infestações, como o uso de inseticidas e o resfriamento artificial que é uma nova tecnologia; a utilização do software Rastreabilidade de Grãos como uma ferramenta para implementar o sistema de identidade preservada e posterior rastreabilidade de grãos, com o registro de todos os processos da cadeia para a manutenção da qualidade do produto e conquista da confiança dos consumidores e de novos mercados.

4. CONCLUSÃO

A utilização conjunta de diversos tipos de armadilhas permite a realização de um monitoramento preciso e confiável das pragas, tanto dos coleópteros, quanto lepidópteros, psocópteros e parasitóides presentes tanto no grão como na estrutura de armazenamento;

As armadilhas com feromônio incrementam significativamente a captura das espécies-alvo de lepidópteros; a armadilha tipo calador indica a presença da praga primária *S. zeamais* e das secundárias *T. castaneum* e *O. surinamensis*, infestando a massa de grãos; as do tipo gaiola detectam outras espécies presentes no armazém, associadas ou não aos grãos;

O monitoramento indica uma infestação elevada de psocópteros, mostrando a necessidade de controle direcionado a esta espécie;

Os mapas de risco e a análise da distribuição espacial das espécies mostram que as áreas próximas dos silos precisam ser inspecionadas para medidas de manejo direcionadas;

Pela natureza da pesquisa, não é possível determinar a eficácia dos tratamentos aplicados para o controle de insetos, mas pelo comportamento das infestações pode-se afirmar que o resfriamento da massa de grãos mantém as populações em níveis mais reduzidos por mais tempo que os inseticidas;

O registro de todas as informações e processos adotados durante o armazenamento no software Rastreabilidade de Grãos possibilita a recuperação das informações para o processo de rastreabilidade quando necessário.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbogast, R. T. & Mullen, M. A. 1988. Insect succession in a stored-corn ecosystem in southeast Georgia. *Annals of the Entomological Society of America* 81: 899-912.
- Arbogast, R. T.; Weaver, D. K.; Kendra, P. E.; Brenner, R. J. 1998. Implications of spatial distribution of insect populations in storage ecosystems. *Environmental Entomology* 27: 202 - 216.

- Arthur, F. H. & Throne, J. E. 1994. Pirimiphos-methyl degradation and insect population growth in aerated and unaerated corn stored in southeast Georgia: small bin test. *Journal of Economical Entomology* 87: 810-816.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília. 365 p.
- Campbell, J. F.; Prabhakaran, S.; Schneider, B.; Arbogast, R. T. 2002. Critical issues in the development and interpretation of pest monitoring programs for food processing facilities, p. 121-127. In: Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection, York – UK, 1071 p.
- Conab (Companhia Nacional de Abastecimento). 2007. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em : 11/01/07
- Cogburn, R. R.; Burkholder, W. E.; Williams, H. J. 1984. Field tests with the aggregation pheromone of the lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). *Environmental Entomology* 13: 162-166.
- Dobie, P.; Haines, C. P.; Hodges, R. J.; Pevett, P. F. 1984. Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual. Tropical Development and Research Institute: UK. 273 p.
- Dowdy, A. K. & McGaughey, W. H. 1994. Seasonal activity of stored product insects in and around farm-stored wheat. *Journal of Economic Entomology* 87: 1352-1358.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1985. Prevención de pérdidas de alimentos pos-cosecha – Manual de capacitación. Roma, ONU/ FAO. 130 p.
- Faroni, L. R. D'Antonino. 1998. Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados. *Postcosecha* 5: 34-41.
- Fornasieri Filho, D. 1992. A cultura do milho. Funep: Jaboticabal. 273 p.
- Gitz, A.; Rezende, A. C.; Menezes Neto, M. Y. 2002. Armadilhas com feromônio: uma ferramenta auxiliar no manejo integrado de pragas, p. 595-605. In: Lorini, I.; Miike, L. H.; Scussel, V. M. (eds.). *Armazenagem de grãos*. Instituto BioGeneriz: Campinas. 983 p.
- Lazzari, F. A. 1997. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. Edição do autor, Curitiba - PR. 134 p.
- Lazzari, F. A. & Lazzari, S. M. N. 2002. Manejo integrado de fungos e insetos em grãos e subprodutos. *Revista Grãos Brasil*, ano I, n° 3, p.30.

- Lazzari, S. M. N.; Karkle, A. F.; Lazzari, F. A. 2006. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. *Revista Brasileira de Entomologia* 50: 293-296.
- Lee-Sung-Eun 2002. Biochemical mechanisms conferring cross-resistance to fumigant toxicities of essential oils in a chlorpyrifos-methyl resistant strain of *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae). *Journal of Stored Products Research* 38: 157-166.
- Linsley, E. G. 1944. Natural sources, habitats, and reservoirs of insects associated with stored food products. *Hilgardia* 16: 187-224.
- Lorini, I. 1993. Aplicação do manejo de integrado de pragas em grãos armazenados, p. 117-126. In: Anais Simpósio de Proteção dos Grãos Armazenados, 1, Embrapa Trigo: Passo Fundo – RS. 147 p.
- Nansen, C.; Phillips, T. W.; Morton, P. K.; Bonjour, E. L. 2006. Spatial analysis of pheromone-baited trap captures from controlled releases of male Indianmeal moths. *Environmental Entomology* 35: 516-523.
- Narahashi, T. 1983. Resistance to insecticides due to reduced sensitivity of the nervous system, p. 333-352. In: Georghiou, G. P. & Saito, T. (eds.). *Pest resistance to pesticide: challenges and prospects*. Plenum Press: New York. 809 p.
- Nussio, I. J. 1991. Cultura de milho para a produção de silagem de alto valor alimentício, p. 4. In: Anais do Simpósio sobre Nutrição de Bovinos Piracicaba, FEALQ, 302 p.
- Oppenoorth, F. J. 1985. Biochemistry and genetics of insecticide resistance, p. 731-773. In: Kerkut, G. A. & Gilbert, L. I. (eds.). *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*. V. 12. Pergamon Press: Oxford. 849 p.
- Paes, M. C. D. 2006. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Circular Técnica n° 75, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG.
- Paula, M. C. Z. 2001. Manutenção da qualidade do arroz armazenado: monitoramento e controle de insetos. Tese de Doutorado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 74 p.
- Pereira, P.R.V.S. 1999. Contribuição para o manejo integrado de pragas de produtos armazenados. Tese de Doutorado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 99 p.
- Pereira, P. R. V. S.; Lazzari, F.; Lazzari, S. M. N. 2000. Insect monitoring outside grain storage facilities in southern Brazil, p. 1534-1536. In: *Proceedings 7th International Working Conference on Stored-product Protection, Beijing – China, V. 2, 2003 p.*

- Pierce, A. M.; Pierce JR., H. D.; Borden, J. H.; Oehlschlager, A. C. 1991. Fungal volatiles: semiochemicals for stored-product beetles (Coleoptera: Cucujidae). *Journal of Chemical Ecology* 17: 581-597.
- Reed, C. & Arthur, F.H. 2000. Aeration, p. 51-72. In: B. Subramanyam, D. W. Hagstrum (eds.). *Alternative to pesticides in stored-product IPM*. Kluwer Academic Publishers: Massachusetts. 437 p.
- Rees, D. P. & Walker, A. J. 1990. The effect of temperature and relative humidity on population growth of three *Liposcelis* species (Psocoptera: Liposcelidae) infesting stored products in tropical countries. *Bulletin of Entomological Research* 80: 353-358.
- Rossiter, L. C.; Gunning, R. V.; Rose, H. A. 2001. The use of polyacrylamide gel electrophoresis for the investigation and detection of fenitrothion and chlorpyrifos-methyl resistance in *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 69: 27-34.
- Rupp, M. M. M. 2001. Avaliação de Formulações de Pós – Inertes no Controle de Insetos em Cevada Cervejeira e Malte Armazenados. Tese de Doutorado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 92 p.
- Santos, J. P. 2006. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. Circular Técnica n° 84. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG.
- Sartori, M. R. & Lorini, I. 2000. Pesticide resistance in stored grain pests in Brazil: Strategies for management, p. 966-973. In: *Proceedings 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, Beijing – China, V. 1, 1987 p.*
- Shuman, D.; Weaver, D. K.; Larson, R. G. 2005. Performance of an analytical, dual infrared-beam, stored-product insect monitoring system. *Journal of Economic Entomology* 98: 1723-1732.
- Soderlund, D. M. & Bloomquist, J. R. 1990. Molecular mechanisms of insecticide resistance, p. 58-96. In: Roush, R. T. & Tabashnik, B. E. (eds.). *Pesticide resistance in arthropods*. Chapman and Hall: London. 303 p.
- Strong, R. G. 1970. Distribution and relative abundance of stored products insects in California: a method of obtaining sample populations. *Journal of Economic Entomology* 63: 591-596.
- Subramanyam, Bh. & Harein, P. K. 1989. Insect infesting stored barley on farms in Minnesota. *Journal of Economic Entomology* 82: 1817-1824.
- Tosello, G. A. 1978. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: Pateriniani, E. (ed.). *Melhoramento e produção de milho no Brasil*. ESALQ/ Marprint: Piracicaba. 650 p.

- Toews, M. D.; Phillips, T. W.; Payton, M. E. 2005. Estimating populations of grain beetles using probe traps in wheat-filled concrete silos. *Environmental Entomology* 34: 712-718.
- Trematerra, P.; Paula, M. C. Z.; Sciarretta, A.; Lazzari, S. M. N. 2004. Spatio-temporal analysis of insect pests infesting a paddy rice storage facility. *Neotropical Entomology* 33: 469-479.
- Throne, J. E. & Cline, L. D. 1991. Seasonal abundance of maize and rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in South Carolina. *Journal of Agricultural Entomology* 8: 93-100.
- Throne, J. E. & Cline, L. D. 1994. Seasonal flight activity and seasonal abundance of selected stored-product Coleoptera around grain storages in South America. *Journal of Agricultural Entomology* 11: 321-338.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2006. Disponível em: <<http://www.usda.gov>> Acesso em: 20/12/06
- Walter, M.; Silva, L. P.; Emanuelli, T. 2005. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. *Ciência Rural* 35: 974-980.
- Weir, J. A. 2002. Value of spatial analysis in pest management, from the perspective of a pest control operator, 1028-1032. In: *Proceedings 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, Beijing – China, V. 2, 2003 p.*
- Weston, P. A. & Barney, R. J. 1998. Comparison of three trap types for monitoring insect populations in stored grains. *Journal of Economic Entomology* 91: 1449-1457.
- Wright, V. F. & Mills, R. B. 1984. Estimation of stored-product insect populations in small bins using two sampling techniques, p. 672-679. In: *3rd International Working Conference in Stored Product Entomology. Kansas State University. Manhattan – KS.*

ANEXOS

1. Tabela de temperatura e umidade do ambiente

2. Tabela de temperatura e umidade de grãos

3. Tabela de aeração (horas)

Anexo 1

Tabela de temperatura e umidade do ambiente

Data	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)
26/04/2004	16	84
11/05/2004	15	77
01/06/2004	14	93
16/06/2004	12	95
02/07/2004	25	46
13/07/2004	16	92
28/07/2004	13	80
17/08/2004	20	32
01/09/2004	19	28
16/09/2004	21	57
30/09/2004	18	70
14/10/2004	21	58

Anexo 2

Tabela de temperatura e umidade de grãos

Data	Silo Milho Comum		Silo Milho Waxy	
	Temperatura do grão (°C)	Umidade do grão (%)	Temperatura do grão (°C)	Umidade do grão (%)
11/05/2004	17	13	16	13
01/06/2004	17	13	16	13,5
16/06/2004	17	13	16	13,5
02/07/2004	18	14	17	13,5
13/07/2004	18	14	18	14
28/07/2004	18	14	18	14
17/08/2004	19	14	18	14
01/09/2004	19	14	19	14
16/09/2004	19	14	20	13,5
30/09/2004	20	13,5	20	13,5
14/10/2004	20	13,5	20	13,5

Anexo 3

Tabela de aeração (horas)

Silo 1 Milho Comum

Período	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade rel. mínima (%)	Umidade rel. máxima (%)	Tempo de aeração (hrs)
11/03-26/04	16	20	66	86	22:39:00
26/04-11/05	15	19	65	85	25:37:00
11/05-01/06	14	21	70	95	29:12:00
01/06-16/06	13	19	70	95	37:24:00
16/06-02/07	11	25	38	65	48:34:00
02/07-13/07	12	22	75	95	53:21:00
13/07-28/07	13	19	70	95	60:45:00
28/07-17/08	9	23	32	50	69:23:00
17/08-01/09	13	23	28	45	78:33:00
01/09-16/09	14	25	45	65	86:44:00
16/09-30/09	15	25	60	80	91:22:00
30/09-14/10	14	25	50	70	106:13:00

Silo 2 Milho Waxy

Período	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade rel. mínima (%)	Umidade rel. máxima (%)	Tempo de aeração (hrs)
11/03-26/04	16	20	66	86	23:26:00
26/04-11/05	15	19	65	85	25:42:00
11/05-01/06	14	21	70	95	29:37:00
01/06-16/06	13	19	70	95	46:34:00
16/06-02/07	11	25	38	65	55:36:00
02/07-13/07	12	22	75	95	67:28:00
13/07-28/07	13	19	70	95	78:34:00
28/07-17/08	9	23	32	50	85:26:00
17/08-01/09	13	23	28	45	91:14:00
01/09-16/09	14	25	45	65	102:33:00
16/09-30/09	15	25	60	80	111:29:00
30/09-14/10	14	25	50	70	123:36:00

CAPÍTULO V

ESTUDO DE CASO 3: RASTREABILIDADE DO TRIGO DO RECEBIMENTO AO PROCESSAMENTO, ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO

ESTUDO DE CASO 3: RASTREABILIDADE DO TRIGO DO RECEBIMENTO AO PROCESSAMENTO, ENFOCANDO NO MANEJO DE INSETOS NO ARMAZENAMENTO

RESUMO

O trigo é uma cultura importante em vários países do mundo, sendo que as classes e usos deste cereal são determinados de acordo com as características intrínsecas do grão e o seu manejo. Assim, é de fundamental importância preservar a identidade dos lotes de grãos e proceder ao registro de cada fase da cadeia produtiva para a rastreabilidade. O objetivo desta pesquisa foi avaliar um programa de identidade preservada e rastreabilidade para o trigo, documentando todo o processo a partir do recebimento, secagem, armazenamento e processamento, enfocando no manejo de insetos durante o armazenamento. O experimento foi realizado em três silos com 1100 t de trigo (misto e CD105) e nas áreas de limpeza, moega e entre os silos durante o período aproximado de 14 meses. Para o monitoramento dos insetos foram utilizadas amostragens dos grãos por peneiramento e quatro tipos de armadilhas: caladores colocadas na camada superficial da massa de grãos; delta com feromônio suspensas sobre os silos, gaiolas com isca alimentar no piso fora dos silos e luminosas suspensas acima dos silos. Foram aplicados três tratamentos para o controle de insetos. O silo 5 com trigo misto foi tratado com deltametrina + pirimifós-metil, o silo 14 com trigo CD105 foi tratado com terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial e o silo 15 com trigo misto foi tratado com terra de diatomácea em toda a massa de grãos + resfriamento artificial. Todos os processos foram documentados no software Rastreabilidade de Grãos. O silo 5 tratado com inseticida apresentou a maior infestação dos insetos nas amostras de grãos no final do experimento. A espécie que mais ocorreu nos três silos foi do Psocoptera *Liposcelis* sp. (Liposcelidae), que é uma espécie que não danifica o grão, mas é considerada como um contaminante no trigo. As armadilhas tipo caladores também detectaram a presença do psocóptero predominando sobre as demais espécies, principalmente, na armadilha localizada no centro dos silos, onde se concentram mais grãos quebrados e impurezas e, conseqüentemente, as infestações com insetos externos, conforme mostraram os resultados dos mapas de distribuição espacial. Nas armadilhas delta com feromônio, *Cadra cautella* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae), foi capturada em números baixos; mas, um grande número de psocópteros foi capturado nessas armadilhas. Nas armadilhas luminosas a espécie coletada em maior número nas duas armadilhas foi *Carpophilus* sp., que não é uma espécie que se alimenta de grãos. Nas

armadilhas gaiolas, o gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) foi a espécie mais coletada nas armadilhas próximas aos silos estudados e na estrutura armazenadora. O número de insetos coletados foi aumentando de acordo com o tempo de armazenamento e aumento da temperatura da massa de grãos. Ao final do período de armazenamento, o trigo dos silos foi transportado até o moinho, onde foram realizadas análises na farinha de trigo. O trigo tratado com inseticida apresentou o maior número de fragmentos de insetos (53/50 g de farinha), o silo 15 apresentou 17 fragmentos/50 g de farinha e o silo 14, apenas 4 fragmentos/50 g de farinha. A análise de custo dos tratamentos aplicados nos silos resultou que os tratamentos com ação mais prolongada, como os com terra de diatomácea e resfriamento apresentam melhor custo-benefício. Com o cadastramento dos dados no software é possível fazer o rastreamento dos processos rapidamente para resgatar eventuais informações solicitadas pela indústria para a solução de problemas de qualidade das farinhas.

CASE STUDY 3: TRACEABILITY OF WHEAT FROM RECEIVING THROUGH PROCESSING, FOCUSING ON THE INSECT MANAGEMENT DURING STORAGE

ABSTRACT

The wheat is an important crop in several countries of the world and their classes and uses depend on the grain intrinsic characteristics and handling. The use of systems of information is of fundamental importance for recording and tracking information about each step of the production chain for preserved identity and traceability of specific grain lots. The objective of this research was to evaluate a program of traceability for grain wheat, recording the complete process starting from the receiving drying, storage and processing, focusing in the management of insects during storage. The experiment was done at three silos with 1100 t of wheat (mixed and CD105) and in the storage unit for approximately 14 months. Grain samples were evaluated through sieving. For the insect monitoring, four different types of traps were used: probe traps placed at the surface level of the grain mass; stick delta traps with moth pheromone hanging above the bins; baited cage traps on the floor around the bins; and light trap on the ceiling. Three treatments for insect control were carried out: the silo 5 filled with mixed wheat was treated with deltamethrin + pyrimifos-methyl; the silo 14 with wheat CD105 was treated with diatomaceous earth (bottom and surface layers) + artificial chilling; and the silo 15 with mixed wheat treated with diatomaceous earth in the whole mass of grains + artificial chilling. All the processes were recorded on the software Grain Traceability. The silo 5 treated with insecticide presented the largest insect infestation in the grain sampling at the end of the experiment. The most common species was the Psocoptera *Liposcelis* sp. (Liposcelidae), which does not damage the grain, but it is considered as a contaminant on the grain. The probe traps also detected the presence of this psocid prevailing on the other species, mainly, in the trap placed in the center of the bins. In this point of the grain mass there is accumulation of broken kernels, dust and foreign materials that creates a favorable environment for the proliferation of the external feeders. The space distribution map confirmed these and other infestation hot spots that needed control. The species captured with pheromone traps were: *Cadra cautella* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Pyralidae) in low numbers and a great amount of psocids. The light trap captured a large number of the non-grain feeder *Carpophilus* sp. In the baited traps cages, the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) was the most collected in traps

around the bins and in other areas. The number of insects went increased along time and with increasing temperature of the grain. At the end of the storage period, the wheat was transported to the mill, and the flour was analyzed. The wheat grain treated only with insecticide presented the largest number of insect fragments (53/50 g of flour); wheat from silo 15 presented 17 fragments/50 g of flour and the one from the 14 had only 4 fragments/50 g of flour. The cost analysis demonstrated that the long term treatments with diatomaceous earth and artificial chilling had the best cost-benefit than with insecticide. By recording the data on the software it is possible to track the processes quickly to recover information requested by the industry for the solution of eventual quality problems with the flour.

1. INTRODUÇÃO

O trigo é considerado uma cultura que prossegue paralelo à história do homem, sendo uma fonte de energia fundamental para a humanidade. Na safra de 2006 a produção mundial de trigo ultrapassou 580 milhões de toneladas (USDA 2006). Os principais produtores mundiais são: China, EUA, Índia, Canadá e Rússia, dentre estes, Estados Unidos e Canadá são os maiores exportadores. Os maiores importadores de trigo são: China, Índia, Rússia, Japão e Brasil. Na América do Sul, destaca-se a produção de trigo da Argentina. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em 2006 o consumo mundial de trigo foi de 615 milhões de toneladas.

A produção de trigo no Brasil não atende completamente o mercado interno, os Estados do Rio Grande do Sul e Paraná são os maiores produtores nacionais. Contudo, o grande consumo ocorre na área do Sudeste do Brasil. Isto faz com que o Brasil seja um grande importador de trigo, principalmente da Argentina (Embrapa Trigo 2007).

Na safra de 2005, o Brasil teve uma área plantada de 2,8 milhões de hectares e produziu 5,12 milhões de toneladas de trigo (MAPA 2006). O Estado do Paraná destaca-se, em nível nacional, com uma área plantada em 2006, de 1 milhão de hectares e uma produção de 2,5 milhões de toneladas de trigo (SEAB-PR 2006).

O Brasil consome 8,5 milhões de toneladas de trigo por ano, sendo 25% do trigo transformado em farelo para as indústrias de ração. O restante, 75% (cerca de 6,3 milhões de toneladas), é destinado para o mercado de massas, pães, bolos, doces e biscoitos. Os moinhos responsáveis pela produção de farinha destinam 10%, o equivalente a 630 mil toneladas, para as companhias de doces e biscoitos; 30%, 1,89 milhões de toneladas, para a indústria de massas; 60%, 3,78 milhões de toneladas, para preparação de pães (MAPA 2006).

Existem cinco classes de trigo definidas em função das determinações analíticas de alveografia (força de glúten) e número de queda (*falling number*): trigo brando, para a produção de bolos, biscoitos, pizzas; trigo pão, para a produção de pão (francês e de água) e também usado para a produção de barra de cereais; trigo melhorador, usado com o trigo brando para o preparo de massa de pão, biscoitos água e sal e pães industrializados (pães de hambúrguer); trigo duro, para a produção de massa do tipo italiana e trigo para outros usos, como alimentação animal ou uso industrial (Scheeren & Miranda 1999).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprovou o regulamento técnico de identidade e qualidade do trigo, através da Instrução Normativa nº 7 de 15/08/01, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento que trata de normas

específicas para o trigo como: classificação e armazenamento (Brasil 2001). Devido a esta diversificação das variedades de trigo e seu uso específico, a cadeia tritícola demanda de um processo de identidade preservada e rigorosa rastreabilidade, para preservar a sua qualidade para a indústria moageira.

Neste contexto, o desenvolvimento de sistemas de informação para a rastreabilidade são de fundamental importância. A documentação dos registros de cada fase da cadeia produtiva é necessária para a preservação da identidade das diferentes variedades de grãos de trigo destinados a produtos específicos.

Os grãos de trigo ficam armazenados em silos até serem distribuídos aos moinhos e indústrias, favorecendo a infestação pelos insetos. A massa de grãos proporciona alimento abundante para os insetos e um ambiente moderadamente protegido para o seu desenvolvimento (Sinha 1995).

O valor do grão para o processamento ou consumo está relacionado com suas qualidades físico-sanitárias e nutricionais, afetadas principalmente pelo nível de infestação por insetos e contaminações com seus fragmentos, além de fungos e outros microorganismos, que podem causar perdas de matéria seca e de qualidade (Arthur 1996).

Um dos principais danos causados pelos insetos é o consumo do germe (embrião) e do endosperma dos grãos; além deste, certos produtos do metabolismo do inseto conferem sabor, odor e aparência desagradáveis às farinhas, alterando a sua qualidade. Os processos alérgicos, tais como alergias de contato, ingestão e inalação, estão associados com a presença de insetos, ácaros e fungos. Além dos prejuízos quantitativos e qualitativos provocados diretamente pelos insetos, estes podem criar, como resultado de seu metabolismo, condições ideais para o desenvolvimento de fungos, que alteram a cor, odor e o sabor, podendo ocasionar perdas totais, além da produção de micotoxinas, que permanecem nos alimentos industrializados (Lazzari 1997; Vargas & Almeida 1996).

As espécies mais comuns nos grãos de trigo armazenados e farinhas são: *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Cucujidae) e *Gnathocerus cornutus* (Fabricius, 1798) (Coleoptera: Tenebrionidae). Algumas espécies de ácaros (Acarina) e psocópteros (Psocoptera) alimentam-se de detritos, fungos e outros organismos associados a grãos armazenados.

A presença de insetos vivos ou mortos, fragmentos de partes do corpo e do exoesqueleto e dejetos, permanecem na massa de grãos, constituindo-se nos contaminantes. Essas matérias estranhas freqüentemente excedem os limites de tolerância, reduzindo o padrão do trigo e tornando os grãos ou seus produtos impróprios para o consumo humano ou até mesmo para ração animal (Santos 1993).

Para evitar os prejuízos na qualidade do trigo resultantes das infestações de insetos de grãos armazenados é necessário aplicar formas de controle adequadas. No Brasil, utiliza-se inseticidas tanto para prevenir o ataque de insetos (pulverização preventiva) quanto para o seu controle (gás, líquido, pós e outros).

A maioria dos inseticidas protetores são aplicados nos grãos para evitar a infestação por insetos, não se esperando que eliminem a população já existente. Harein & Las Casas (1974) recomendam que os grãos sejam tratados antes de serem armazenados, ou pelo menos, durante a transferência para o local de armazenamento, antes que ocorra a infestação.

A resistência dos insetos aos inseticidas químicos tem levado os armazenadores a usarem dosagens cada vez maiores, misturarem diferentes produtos, aumentarem a freqüência das aplicações e não observarem o período de carência (Lorini 2001).

Diversos autores concordam que os resíduos dos produtos químicos aplicados na massa de grãos sofrem redução ao longo do tempo, mas que ainda permanecem nos grãos por um tempo mais longo. Além disso, são comuns os acidentes, erros nas aplicações (altas doses) e despreparo do pessoal que aplica os inseticidas na massa de grãos. A exigência de “tolerância zero” para insetos tem contribuído para a contaminação dos grãos pelo armazenador que, na maioria das vezes, não obedece ao prazo de carência do produto, pois o grão é tratado poucos dias antes ou no momento da expedição.

As empresas compradoras e processadoras de trigo não têm sido criteriosas o suficiente para reduzir sua vulnerabilidade a esse gravíssimo problema. Segundo Lazzari (2001), aceitar cargas com uma certa quantidade de insetos vivos/kg de grão é muito melhor do que receber cargas com qualquer quantidade de insetos mortos devido ao uso de inseticidas (Lazzari 2001).

Segundo a legislação atual, para alimentos embalados em geral, baseada na resolução RDC n° 175 de 08/07/03, do Ministério da Saúde é exigida a ausência de insetos, em qualquer fase de desenvolvimento, vivos ou mortos, inteiros ou em partes, reconhecidos como vetores mecânicos (Brasil 2003). Nessa nova resolução, apenas os insetos vetores como moscas, baratas, não são permitidos nos produtos. Mas as indústrias moageiras não

têm adotado essa resolução e continuam exigindo ausência de insetos e fragmentos nos seus produtos, como forma de garantir a qualidade.

A terra de diatomácea é um tipo de pó inerte que se apresenta como uma medida de controle alternativa que pode ser associada a outras estratégias de manejo de pragas, protegendo a qualidade dos produtos sem problemas de resistência a inseticidas, sem intoxicação humana e contaminação dos produtos com resíduos de ingredientes ativos. O interesse para a utilização de terra diatomácea tem aumentado em razão da perda da eficácia de inseticidas tradicionalmente usados para o controle de insetos de produtos armazenados, como o malation e deltametrina (Guedes *et al.* 1996).

O resfriamento artificial também tem sido utilizado para prevenir o desenvolvimento de fungos e insetos no armazenamento. Estudos mostraram que o resfriamento artificial, aplicado durante ou imediatamente após o enchimento do silo, é a medida mais correta para evitar problemas com esses organismos durante o armazenamento, ocorrendo uma redução significativa nos custos para o controle, conferindo maior segurança nos programas de manejo integrado de insetos com a associação de pós inertes e apresentando grãos com melhor qualidade e rendimento industrial (Subramanyam & Hagstrum 1995).

Nesse contexto, o uso de armadilhas para o monitoramento de pragas de armazenamento é fundamental para se verificar os insetos que ocorrem na unidade armazenadora e a eficiência de tratamentos para controle. O uso de armadilhas para capturar insetos em grãos armazenados tem sido intensivamente estudado (Loschiavo & Atkinson 1973; Lippert & Hagstrum 1987; Fargo *et al.* 1989). A tarefa mais difícil é interpretar o significado do número de insetos capturados, correlacioná-lo com a população mais provável que existir na massa de grãos e tomar uma decisão. Informações sobre o comportamento das espécies em relação ao tipo e à localização das armadilhas são muito importantes.

Para Barak *et al.* (1990), há diversos tipos de armadilhas para o monitoramento e captura de insetos em grãos armazenados. Essas armadilhas podem conter feromônios, atrativos alimentares ou outros tipos de iscas ou dispositivos que aumentam a eficiência de captura. Pinniger (1990) e Pereira (1994) mencionam que as armadilhas tipo calador apresentam diversas vantagens como: facilidade de uso, ação contínua e detecção da maioria das espécies, mesmo em baixos níveis de infestação. O uso dessas armadilhas tem como finalidade a detecção precoce de pragas, antes que exista evidência de danos.

Pelos dados das capturas com armadilhas tipo gaiola, com isca alimentar, pode-se determinar quais as áreas de risco de infestações dentro da unidade de armazenamento ou da indústria, conforme comprovado por Pereira *et al.* (2000), Paula (2001) e Ceruti (2003).

As armadilhas com feromônios são instrumentos indispensáveis para o monitoramento e controle de pragas, pois não apresentam ação nociva sobre os insetos benéficos. Os dados de captura permitem a aplicação racional de inseticidas e a avaliação de sua eficácia, reduzindo custos, contaminação dos aplicadores, do meio ambiente e dos alimentos (Gitz *et al.* 2002). Para traças e outras espécies que se desenvolvem na superfície da massa de grãos, existem as armadilhas adesivas que determinam a densidade de insetos que voam no interior da unidade armazenadora; estas armadilhas podem ser combinadas com feromônios.

As armadilhas luminosas são consideradas dispositivos para atração e captura de insetos nas formas aladas e que apresentam fototropismo positivo (que possuem atividade noturna e são atraídos pela luz). O método baseia-se na interrupção do ciclo de vida do inseto no estágio adulto através de seu aprisionamento e morte na armadilha. A armadilha serve como referencial para se iniciar o controle do inseto e pode contribuir para a redução de populações de pragas até próximo ao nível de dano econômico, refletindo numa menor utilização de inseticidas. Lazzari (1997) propõe a utilização de vários métodos de amostragem de insetos em milho e trigo para detectar e quantificar as populações.

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar um programa de identidade preservada e rastreabilidade para o trigo, documentando todo o processo a partir do recebimento, secagem, armazenamento e processamento, enfocando no manejo de insetos durante o armazenamento e na qualidade sanitária da farinha.

Os objetivos específicos foram:

- 1) Avaliar o resultado de tratamentos com produtos químicos e medidas físicas (terra de diatomácea e resfriamento artificial) para o controle de insetos de produtos armazenados;
- 2) Monitorar os insetos de grãos armazenados nos silos de trigo usando armadilhas tipo calador inseridas na massa de grãos, delta adesiva sobre a massa de grãos, gaiola e luminosa na estrutura;
- 3) Verificar a presença de insetos e detectar seus fragmentos na farinha de trigo produzida com o trigo dos experimentos durante o armazenamento e no processamento;

- 4) Analisar a distribuição espacial das principais espécies pragas de armazenamento capturadas nas armadilhas;
- 5) Documentar o processo de rastreabilidade e identidade preservada dos lotes de trigo para panificação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na unidade armazenadora da Cooperativa Agrária em Pinhão – PR, a uma latitude de 25° 42' 09" S e longitude de 51° 39' 22" W, município localizado a 380 km da capital paranaense (Figura 1). Pinhão situa-se no planalto paranaense, estando a 1036 m acima do nível do mar. O clima é subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano, com temperaturas médias anuais de 19°C.

A Cooperativa Agrária conta com uma matriz localizada na Colônia Vitória em Entre Rios – PR, uma unidade em Guarapuava e outra em Pinhão. A Agrária possui capacidade estática para armazenar 600.000 toneladas de grãos. Na unidade de Pinhão (Figura 2) a capacidade de armazenagem é de 98.500 t. A Agrária possui cerca de 570 cooperados e em torno de 1060 colaboradores. Numa área de 160 mil hectares, a Agrária e seus cooperados produzem milho, soja, trigo, cevada cervejeira, aveia branca (grão), flores e suínos.

Em 2006, a produção de trigo na Cooperativa Agrária foi de 70.000 t. O moinho da Cooperativa, localizado em Entre Rios (zona rural de Guarapuava), possui capacidade instalada para a produção de 140.000 t de farinha de trigo por ano. A produção atual é de 410 t/dia, sendo que 60% do trigo utilizado vem dos cooperados e 40% de não cooperados ou trigo importado. A linha de produção do moinho possui três categorias: linha doméstica, panificação e industrial.



Figura 1. Localização de Pinhão – PR, onde está sediada a Cooperativa Agrária, onde foi realizado o estudo de caso de rastreabilidade do trigo.



Figura 2. Fotografia aérea da Cooperativa Agrária, Pinhão - PR.

O experimento foi realizado em três silos com capacidade de 1100 t cada um e nas áreas de limpeza, moega e entre os silos (Figura 3).

Foram aplicadas medidas de limpeza e higienização dos silos antes do recebimento do trigo. Os silos e a estrutura armazenadora foram monitorados para detectar infestação de insetos durante o período aproximado de 14 meses (janeiro de 2005 a fevereiro de 2006).

As sementes utilizadas pelos cooperados são fornecidas pela cooperativa. Os lotes de trigo utilizados nos experimentos recebidos na cooperativa eram provenientes de diversos produtores associados da região e foram acompanhados, identificados e registrados no software Rastreabilidade de Grãos todos os pontos importantes para a manutenção da qualidade do trigo armazenado, como: recebimento, secagem, armazenamento e processamento do produto final, para gerar um banco de dados que permitisse obter qualquer informação a respeito da cadeia do trigo estudada.



Figura 3. A – Silos; B – Moegas, C – Limpeza e D – Moinho

2.1. Recebimento, secagem e armazenamento do trigo

Os lotes de grãos começaram a ser recebidos na cooperativa no final de dezembro de 2004, foram limpos, secos e realizados tratamentos para controle de insetos.

No recebimento dos grãos, o caminhão foi pesado na balança e foi realizada uma amostragem com calador pneumático em 5, 8 ou 10 pontos aleatórios do caminhão de acordo com o tipo (truck, carreta ou bitrem). Com essas amostras foi verificada a umidade, o PH, as impurezas, os grãos danificados por insetos, mofados e germinados. Após a classificação, o lote de grãos foi destinado a uma moega, passando pela pré-limpeza, secagem em 80°C, e, por fim, armazenado nos silos com aproximadamente 12,5% de umidade.

A classificação comercial do trigo utilizada na Cooperativa Agrária segue a Instrução Normativa nº 7 de 15/08/01, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento com os seguintes critérios: peso hectolitro (PH) acima de 70, essa medida é utilizada para a classificação por tipo do trigo: tipo 1 – PH acima de 78; tipo 2 – PH de 75 a 77; tipo 3 – PH de 70-74; umidade máxima de 13%, até 2% de matérias estranhas e impurezas para o

trigo tipo 3, até 1,5% para o trigo tipo 2 e até 1% para o trigo tipo 1, até 1% de grãos danificados por insetos; até 2% de grãos mofados e ardidos para o tipo 3, até 1% para o tipo 2 e 0,5% para o trigo tipo 1; até 5% de chochos e quebrados para o trigo classificado como tipo 3, até 2,5% para o trigo tipo 2 e 1,5% para o tipo 1. Se a umidade for igual ou superior a 13% será utilizado o regulador de fluxo para determinar o PH. No caso de ter mais de 5% de germinados será pago com PH 68.

Toda esta informação referente às etapas de recebimento e secagem foram cadastradas no software RG para preservar a identidade e possibilitar a rastreabilidade do trigo.

2.2. Armazenamento do trigo e estratégias para o manejo de pragas

Foram acompanhados três silos com 1100 t de trigo (dois silos de trigo misto e um silo de trigo CD105 tipo brando).

Para avaliar a infestação no início (18/01/05) e no final (03/03/06) do experimento, foram retiradas amostras de 2 kg de grãos de seis pontos de cada silo, utilizando canecas. Em seguida, as amostras foram passadas por jogo de peneiras de 20 x 20 cm, malhas 0,98 a 6,35 mm, para verificar a presença de insetos. Para análise da infestação interna, utilizou-se a metodologia n° 982.31 da *Association of Official Analytical Chemists International* (AOAC 2002). Para a determinação do teor de umidade do grão, foi realizada três repetições de 5 g do produto. As amostras foram colocadas em recipiente de alumínio, pesadas em balança eletrônica de precisão e acomodadas em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3$ durante 24 h, no laboratório da UFPR (Brasil 1992).

Os tratamentos para controle de insetos realizados nos silos foram os seguintes:

1. Tratamento químico - o trigo misto foi transilado e tratado com a mistura dos inseticidas convencionadamente utilizados na cooperativa, 9 ml/t de pirimifós-metil (Actellic® 500 CE) + 13 ml/t de deltametrina (K-Obiol® 25 CE), aplicados na correia transportadora e armazenado no silo 5.

2. Tratamento com TD (envelopamento) + resfriamento artificial – trigo CD105 foi removido para o silo 14, tratado com terra de diatomácea (Keepdry®) (envelopamento – camada inferior aplicada pelo ventilador e camada superior polvilhada e espalhada uniformemente na massa, 30 kg e resfriamento artificial (Cool Seed PC040, 120 horas em 10°C).

3. Tratamento com TD + resfriamento artificial – trigo misto foi tratado com terra de diatomácea (Keepdry[®]) misturada aos grãos na correia transportadora (800 g/t) e resfriamento artificial (Cool Seed PC040, 120 horas em 10°C), armazenado no silo 15.

O inseticida Actellic[®] 500 CE e a terra de diatomácea Keepdry[®] utilizados nesse experimento são os mesmos produtos para tratamento fitossanitário utilizados e descritos no estudo de caso 1 (Capítulo III).

O inseticida K-Obiol[®] 25 CE é do grupo químico dos piretróides, seu princípio ativo é a deltametrina (25 g/L), em formulação concentrado emulsionável, seu mecanismo de ação é por contato e ingestão. Segundo o Ministério da Saúde, pertence à classe toxicológica III, sendo medianamente perigoso para o homem e, de acordo com o IBAMA, pertence à classe II, muito perigoso para o meio ambiente.

O resfriamento artificial foi realizado com o equipamento da Cool Seed PCS40, que consistiu na aplicação de ar frio, insuflando aproximadamente 12.000 m³ por hora, durante 120 h, através do sistema de aeração. O equipamento possui as seguintes características: Motor (HP) = 60; kcal/h = 121,212; kW/t = 4-5; Capacidade de resfriamento (t/dia) = 240-300; Saída ar frio = 10°C, 75-80% UR. O tempo de insuflação foi definido com base na temperatura da camada superficial da massa de grãos, até ser reduzida para aproximadamente 15°C.

Como os tratamentos foram diferentes para os três lotes e não houve uma testemunha sem tratamento, os resultados dos tratamentos foram avaliados em função do nível de infestações de insetos nas amostras de grãos retiradas dos silos no início e ao final dos tratamentos, corroborados com os dados das capturas nas armadilhas caladores e também pela presença de fragmentos de insetos nas farinhas procedentes de tais lotes.

2.3. Monitoramento de insetos

O monitoramento com armadilhas foi realizado a cada quinze dias para avaliar a infestação de insetos na estrutura, na massa de grãos e o nível de infestação de insetos nos silos tratados. O início do monitoramento foi em 18/01/05 e as armadilhas utilizadas foram as seguintes:

a) Armadilha tipo calador: 15 armadilhas por silo, niveladas na superfície da massa de grãos, atuando até 30 cm de profundidade;

b) Armadilha tipo delta adesiva (Gachon): duas armadilhas por silo (uma com e uma sem feromônio Mix Traça em pastilhas fibrosas), suspensas a 1 m acima da massa de grãos;

c) **Armadilha tipo gaiola:** duas armadilhas por silo, colocadas na área externa dos silos e nas áreas de limpeza e moega, para detectar focos de infestação de insetos na estrutura armazenadora e posteriormente confeccionar o mapa de risco de infestação na unidade;

d) **Armadilha luminosa:** duas armadilhas de luz fluorescente, fixadas próximas aos silos do experimento.



Figura 4. Armadilhas utilizadas no monitoramento de insetos: A – calador; B – gaiola com atrativo alimentar; C – adesiva com feromônio e D – luminosa, na Cooperativa Agrária, Pinhão - PR.

Inicialmente (janeiro de 2005), foram colocadas apenas seis armadilhas tipo gaiola, duas ao lado de cada um dos três silos, avaliadas quinzenalmente. A partir de abril de 2005, mais armadilhas foram colocadas em outros pontos da estrutura armazenadora (abril de 2005 a fevereiro de 2006). Os insetos foram retirados e colocados em sacos plásticos etiquetados, levados ao laboratório para contagem e identificação e o atrativo alimentar trocado nas armadilhas gaiola.

As armadilhas tipo gaiola foram construídas com madeira (22 x 30 cm) e cobertas com uma chapa galvanizada, em forma de telhado, para não deixar o atrativo alimentar exposto ao tempo. As laterais da estrutura de madeira foram vedadas com uma malha metálica para permitir somente a passagem dos insetos. A isca alimentar era composta de uma mistura de grãos de milho, trigo, quirera de milho e germe de trigo na proporção

1:1:1:1/2, respectivamente, sem contaminantes. Essa mistura foi armazenada em freezer até o uso, colocando-se 200 g em cada armadilha.

Mensalmente, de julho de 2005 a janeiro de 2006, as armadilhas delta adesivas foram verificadas e o septo de feromônio trocado. As armadilhas luminosas também foram verificadas mensalmente, de março a outubro de 2005, a bandeja coletora de insetos retirada, os insetos colocados em sacos plásticos e levados ao laboratório para a contagem das espécies de interesse no armazenamento.

As armadilhas suspensas do tipo delta eram de papel encerado de cor branca internamente e nas dimensões 10x8x14 cm (altura x largura x comprimento), impregnadas internamente com cola contendo uma pastilha fibrosa de feromônio Mix Traça. Essas armadilhas foram suspensas por um barbante e colocadas a um metro de altura em dois pontos de cada silo, sendo que apenas uma continha o feromônio e eram alteradas as posições a cada coleta.

As armadilhas luminosas foram colocadas no silo 5 e entre os silos 14 e 15, onde ficavam em funcionamento no período noturno, para atração dos insetos. Os insetos atraídos pela luz batiam na aleta da armadilha e caíam na bandeja coletora.

A figura 5 mostra a distribuição das armadilhas na unidade de armazenamento e a figura 6 a distribuição dos caladores nos silos.

O reconhecimento das espécies de insetos foi feito com base no link de identificação de insetos do software RG. A identificação das espécies de *Sitophilus* spp. foi baseada na metodologia de Haslstead (1986) de preparo da genitália.

Os dados de temperatura e umidade relativa ambiente foram obtidos quinzenalmente com auxílio de termo-higrômetros instalados na unidade armazenadora. A temperatura da massa de grãos foi monitorada com o uso da termometria instalada nos silos. A aeração foi registrada em planilhas geradas automaticamente pelo sistema da cooperativa para a verificação do tempo de aeração dos silos.

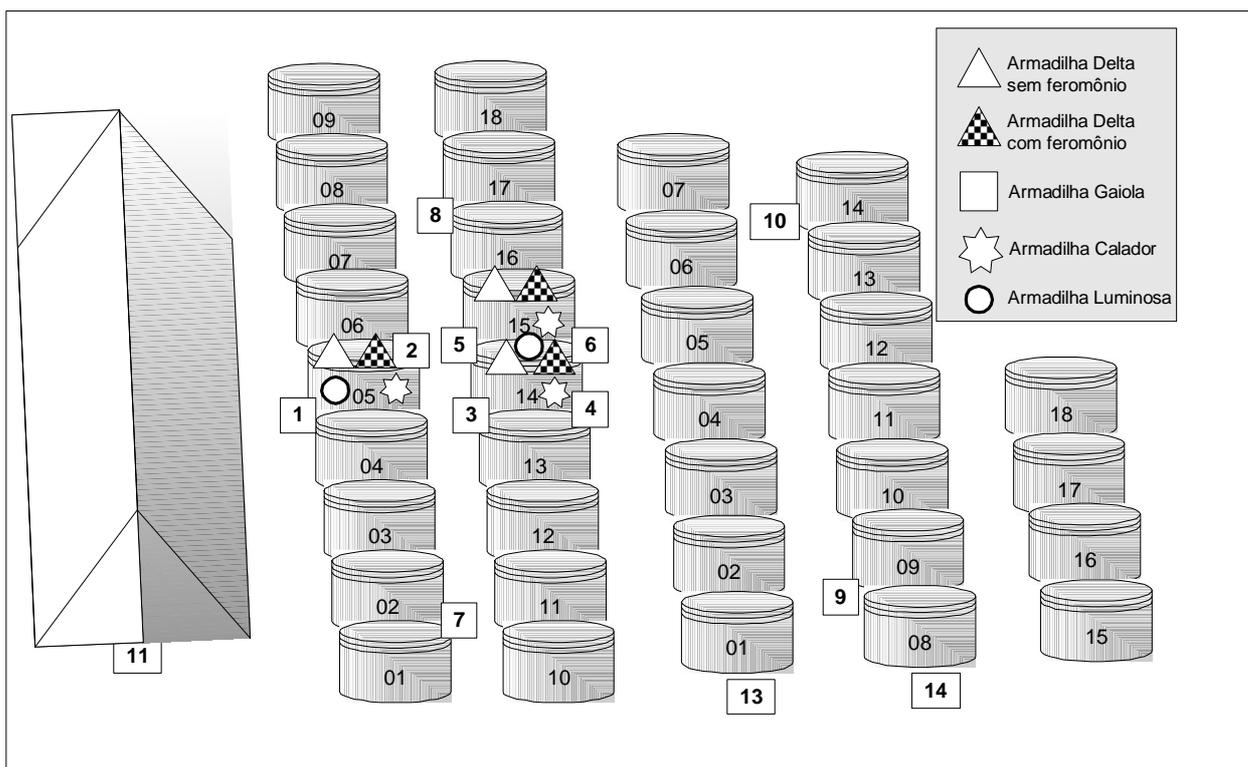


Figura 5. Distribuição das armadilhas para o monitoramento de insetos em lotes de trigo e na estrutura armazenadora da Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

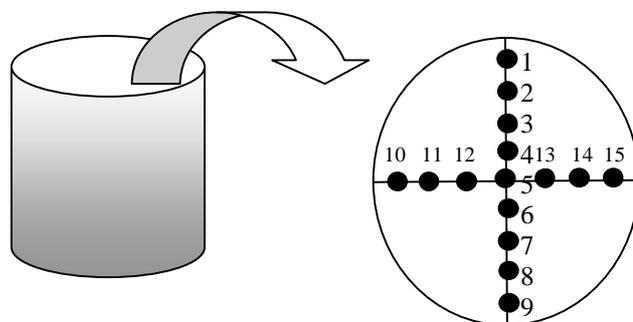


Figura 6. Disposição das armadilhas caladoras na massa de grãos dos silos.

2.4. Análises reológicas da farinha

Para a análise da qualidade do trigo e avaliação dos tratamentos foram realizadas duas análises reológicas da farinha de trigo durante o período de armazenamento, a primeira aos seis meses (12/06/05) e a segunda aos 14 meses (19/03/06) do início dos experimentos. Amostras de trigo retirados dos silos tratados foram levadas para a análise no Moinho da Cooperativa Agrária na unidade de Entre Rios – PR, onde foi realizada também a moagem dos grãos para a extração das farinhas. As metodologias seguiram as normas da *American Association of Cereal Chemists (AACC)* e da *International*

Association for Cereal Science (ICC) e os parâmetros analisados foram os seguintes: Peso Hectolitro, Número de Queda (*Falling Number*), Alveografia (Tenacidade (P), Extensibilidade (L) e Força (W)), Glúten, Proteína, Cinzas, Microscopia (fragmentos de insetos), Aflatoxina, e Umidade.

2.5. Análise de custos

Ao final do experimento, foi realizada uma análise de custo variável, considerando os tratamentos realizados nos silos, para se verificar a viabilidade e a comparação entre tratamentos de acordo com a qualidade do produto final.

2.6. Análise dos dados

Os resultados do monitoramento com as armadilhas foram analisados pela análise de variância ANOVA, seguida de comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e expressos graficamente pelo programa Sigma Plot[®] 8.0, ou em tabelas do Excel. Para análise da distribuição espacial das espécies foi utilizado o programa Surfer[®] 6.04 Golden Software.

Todas as informações foram registradas no software Rastreabilidade de Grãos, para a documentação dos processos para fins de rastreabilidade. As telas de registro dos processos são apresentadas no item Resultados e Discussão e no CD anexo para maiores detalhes dos registros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Recebimento, secagem e armazenamento do trigo

Os grãos recebidos na cooperativa estavam dentro da classificação comercial adotada na Cooperativa Agrária, conforme registrado no software RG (Tabela 1, Figura 7, 8 e 9). Embora os três lotes de trigo não sejam da mesma variedade (misto e CD 105), eles apresentaram classificação semelhante e a qualidade exigida pela cooperativa.

Tabela 1. Classificação do trigo recebido na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR, utilizado no experimento.

Trigo	Silo	Umidade do Grão (%)	PH	Tipo
Misto	5	12,8	80,71	1
CD105	14	12,9	77,68	2
Misto	15	12,9	80,89	1

CADASTRADOS		Processo: Classificação Trigo	Trigo nº: 1
Entidades		Fase - Recebimento	
Trigo 1		EDITAR EXCLUIR	
Origem		Impurezas ou matérias estranhas: 1%	
Fases		Grãos danificados por fungos: 0	
Campo		Grãos danificados por insetos: 0	
Recebimento		Umidade do grão (%): 12,8	
Processos		Teste transgênico: não	
Pesagem			
Amostragem			
Classificação Trigo			
Secagem		PH: 80,71	
Armazenamento		Classe: misto	
Produto final		Tipo nº: 1	
Trigo 2		Nome do responsável: Celso	
Trigo 3		Informações adicionais:	
Outro tipo de entidade			
Alterar minha senha			

Figura 7. Tela do software Rastreabilidade de Grãos mostrando a classificação do trigo misto recebido na Cooperativa Agrária, posteriormente tratado com inseticidas.

CADASTRADOS		Processo: Classificação Trigo	Trigo nº: 2
Entidades		Fase - Recebimento	
Trigo 1		EDITAR EXCLUIR	
Trigo 2		Impurezas ou matérias estranhas: 1%	
Origem		Grãos danificados por fungos: 0,5%	
Fases		Grãos danificados por insetos: 0	
Campo		Umidade do grão (%): 12,9	
Recebimento		Teste transgênico: não	
Processos			
Pesagem			
Amostragem			
Classificação Trigo			
Secagem		PH: 77,68	
Armazenamento		Classe: brando	
Produto final		Tipo nº: 2	
Trigo 3		Nome do responsável: Celso	
Outro tipo de entidade		Informações adicionais:	
Alterar minha senha			

Figura 8. Tela do software Rastreabilidade de Grãos mostrando a classificação do trigo CD105 recebido na Cooperativa Agrária, posteriormente tratado com terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial.

CADASTRADOS		Processo: Classificação Trigo	Trigo nº: 3
Entidades		Fase - Recebimento	
Trigo 1		EDITAR EXCLUIR	
Trigo 2		Impurezas ou matérias estranhas: 1%	
Trigo 3		Grãos danificados por fungos: 0	
Origem		Grãos danificados por insetos: 0	
Fases		Umidade do grão (%): 12,9	
Campo		Teste transgênico: não	
Recebimento			
Processos			
Pesagem			
Amostragem			
Classificação Trigo			
Secagem		PH: 80,89	
Armazenamento		Classe: misto	
Produto final		Tipo nº: 1	
Outro tipo de entidade		Nome do responsável: Celso	
Alterar minha senha		Informações adicionais:	

Figura 9. Tela do software Rastreabilidade de Grãos mostrando a classificação do trigo misto recebido na Cooperativa Agrária, posteriormente tratado com terra de diatomácea + resfriamento artificial.

3.2. Análise das amostras de grãos

O grão ficou armazenado por um período de 14 meses e, para verificar a variação da umidade e o resultado do tratamento químico para controle de insetos, foram retiradas amostras antes do tratamento e no fim do experimento. O teor de umidade dos grãos apresentou uma ligeira redução com o período de armazenamento; as amostras relativas ao silo 5 apresentaram um teor de umidade inicial e final de 12,8 e 12,3%, respectivamente. As amostras dos silos 14 e 15, embora apresentassem 12,9% de umidade inicial, ao final de 14 meses de armazenamento, apresentaram-se com 12,3 e 12,7% de umidade.

Na inspeção visual das seis amostras iniciais de grãos de cada silo não foi detectada a presença de insetos e também não houve infestação interna nos grãos. Nas amostras finais foram verificados insetos por inspeção visual nos três silos estudados (Figura 10). O silo 5 com tratamento químico teve o maior número de insetos, 119, tanto nos grãos analisados visualmente como na análise da infestação interna nos grãos, com a presença 19 espécimes de *S. zeamais* (larva e pupa) e uma larva de *T. castaneum*. O silo 14 com TD envelopamento + resfriamento teve um número total de insetos de 64 na análise externa do grão e quatro espécimes de *S. zeamais* (larva e pupa) e uma larva de *T. castaneum* na análise da infestação interna dos grãos. O silo 15 com TD total + resfriamento teve um número total de insetos de 60 na análise externa do grão e quatro espécimes de *S. zeamais* (larva e pupa) e uma larva de *T. castaneum* na análise da infestação interna dos grãos. A presença de insetos no fim do experimento indica uma migração das espécies da estrutura armazenadora para dentro dos silos com trigo armazenado e também, no caso do silo 5, uma maior incidência porque o período de carência já tinha acabado. Estes resultados indicam que os silos tratados com terra de diatomácea e resfriamento artificial tiveram um efeito protetor mais prolongado contra o gorgulho-do-milho *S. zeamais*, que é uma das pragas primárias dos grãos, sendo uma importante medida de controle para insetos e de preservação de qualidade dos grãos.

A Figura 11 mostra uma tela do software RG para exemplificar o registro da amostragem de grãos para a detecção de infestação por insetos realizada no silo 5 com trigo misto e tratado com inseticida.

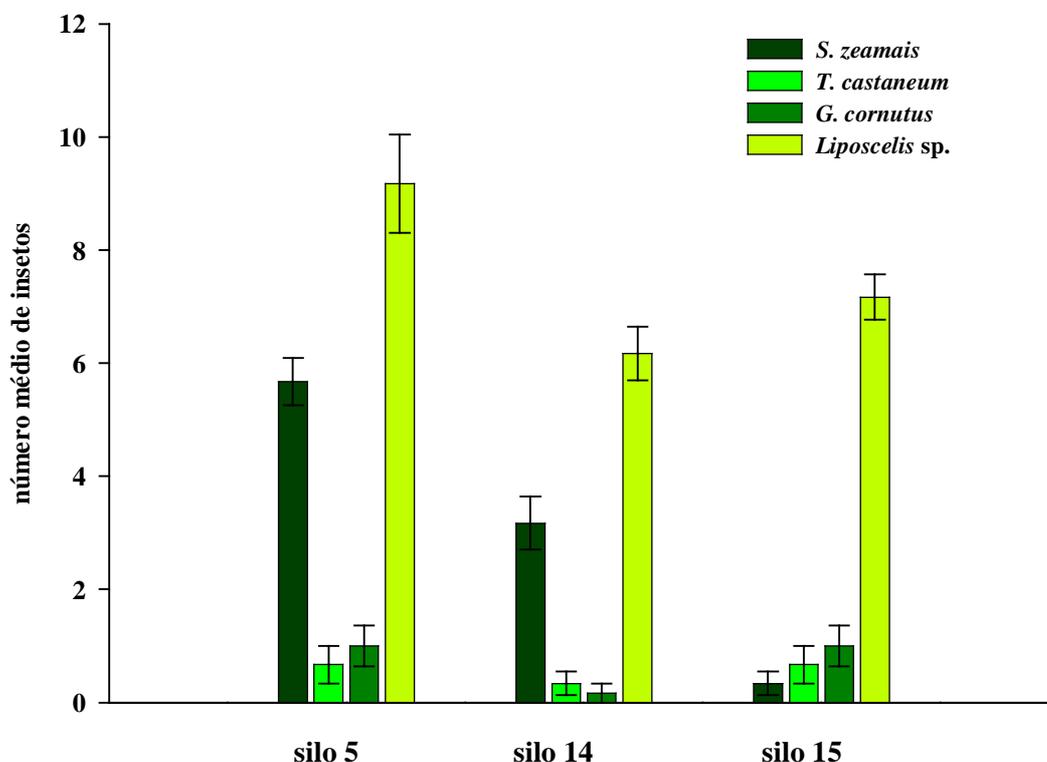


Figura 10. Número médio de insetos (\pm EP) registrados nas amostras de grãos de trigo, aos 406 dias após tratamentos com inseticidas (siló 5), terra diatomácea (envolvimento) + resfriamento artificial (siló 14) e terra diatomácea + resfriamento artificial (siló 15), na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR. (No início dos tratamentos a infestação era zero nos três silos).



Figura 11. Tela da análise do grão da amostra final de trigo misto do tratamento com inseticida do siló 5, no software Rastreabilidade de Grãos.

A espécie mais encontrada nos três silos estudados (principalmente no siló 5 tratado com inseticida) foi *Liposcelis sp.*, que é considerada praga associada aos grãos armazenados, e sua presença indica condições deficientes de armazenamento, grãos

danificados por outros insetos, excesso de umidade, desenvolvimento de fungos e elevado conteúdo de impurezas. Embora esses insetos sejam frequentemente ignorados e considerados de menor importância econômica, em razão de seu pequeno tamanho, infestações de Psocoptera têm sido registradas, causando significativos danos em trigo e arroz moídos. Também causam danos econômicos em indústrias processadoras de alimentos e geram possibilidades no que diz respeito à saúde, pela transferência de microrganismos e contaminação dos alimentos por fezes e exúvias (Dobie *et al.* 1984; Reed *et al.* 1989).

3.3. Monitoramento de insetos com armadilhas

Para verificar o nível de infestação nos silos tratados foi realizado o monitoramento com armadilhas e os resultados obtidos foram os seguintes:

O número total de insetos coletados no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, nas armadilhas tipo calador, gaiola, delta adesiva e luminosa foi de 18.585 insetos.

São apresentados na tabela 2 os resultados das capturas de insetos nas armadilhas localizadas nos silos ou próximo deles, com 13.006 insetos coletados. Nas outras armadilhas localizadas na estrutura armazenadora (área de limpeza, moega e entre os silos) foram coletados 5.579 insetos em armadilhas tipo gaiola.

Tabela 2. Número total de insetos capturados nas armadilhas dentro dos silos com trigo armazenado (calador) e nas demais colocadas nas áreas próximas aos silos, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Armadilha	Silo 5	Silo 14	Silo 15
Calador	1394 a	1063 a	956 a
Gaiola	2837 a	2847 a	2873 a
Delta	530 a	116 b	116 b
Luminosa	98 a	88 a	88 a
Total	4859	4114	4033

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 2 foi realizada uma análise de variância e o teste de Tukey para comparação entre médias, onde pode-se verificar que independentemente do tratamento aplicado ao grão, a eficiência de captura de insetos das armadilhas calador, gaiola e

luminosa foi a mesma para os três silos. Na armadilha delta adesiva houve uma captura significativamente maior de insetos na armadilha do silo 5, com elevado número de *Liposcelis* sp.

A Tabela 3 apresenta a lista das espécies de insetos de grãos armazenados capturadas com as armadilhas tipo calador, delta adesiva, gaiola e luminosa, durante o período de 14 meses de coleta.

Tabela 3. Número de insetos capturados com armadilhas em unidade de armazenamento de trigo, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006.

Espécies	Armadilha calador	Armadilha delta	Armadilha gaiola	Armadilha luminosa
Coleoptera				
Bostrichidae				
<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius, 1772)	29	0	7	15
Cucujidae				
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens, 1831)	1	0	17	0
Curculionidae				
<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky, 1855	118	0	5305	33
Nitidulidae				
<i>Carpophilus</i> spp.	2	0	93	115
Tenebrionidae				
<i>Gnathocerus cornutus</i> (Fabricius, 1798)	154	0	546	47
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797)	130	0	191	31
Lepidoptera				
Gelechiidae				
<i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier, 1819)	0	9	0	0
Pyralidae				
<i>Cadra cautella</i> (Walker, 1863)	0	32	0	20
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813)	0	1	0	13
Psocoptera				
Liposcelidae				
<i>Liposcelis</i> sp.	2979	720	7977	0

Além dessas espécies foram capturados outros insetos da Ordem Coleoptera (Anthicidae, Chrysomelidae [*Diabrotica* spp.], Elateridae, Scarabaeidae [*Ataenius* spp.]); da Ordem Diptera (Culicidae e Tipulidae); da Ordem Hemiptera (Pentatomidae) e da Ordem Thysanoptera (Forficulidae).

Os insetos mais abundantes nas armadilhas foram *Liposcelis* sp. (63%) e o gorgulho-do-milho, *S. zeamais* (aproximadamente 30%). Este último é uma praga primária importante devido à sua capacidade destrutiva; perfura e se desenvolve dentro do grão, consumindo-o totalmente e deixando excrementos, além de favorecer o crescimento de fungos (Dharmaputra *et al.* 1994). Para a identificação correta da espécie de *Sitophilus* que estava ocorrendo nas coletas das armadilhas foi realizada a análise da genitália, onde se confirmou a presença da espécie *S. zeamais* pela metodologia de Halstead (1986).

A presença de psocópteros indica alguma deficiência nas condições do armazenamento, pois é uma espécie que, apesar de não causar danos significativos, prolifera onde há aumento da umidade e temperatura do grão e de resíduos.

As espécies *G. cornutus* (4%) e *T. castaneum* (2%) ocorrem, normalmente, em grande população nas farinhas e nos grãos quebrados e nas impurezas, podendo multiplicar-se rapidamente em um mês. Estas espécies, associadas a *C. ferrugineus*, podem provocar o aquecimento da massa de grãos (Pereira *et al.* 2000; Paula 2001; Ceruti 2003).

A espécie *R. dominica*, que é uma praga importante em trigo armazenado, foi detectada em número reduzido, pois as armadilhas caladores não são eficientes para o seu monitoramento, devido à sua baixa mobilidade na massa de grãos.

Para cada silo, foram confeccionados gráficos (Figuras 12, 13 e 14) da flutuação dos insetos no tempo de armazenamento, nas quatro armadilhas utilizadas para o monitoramento.

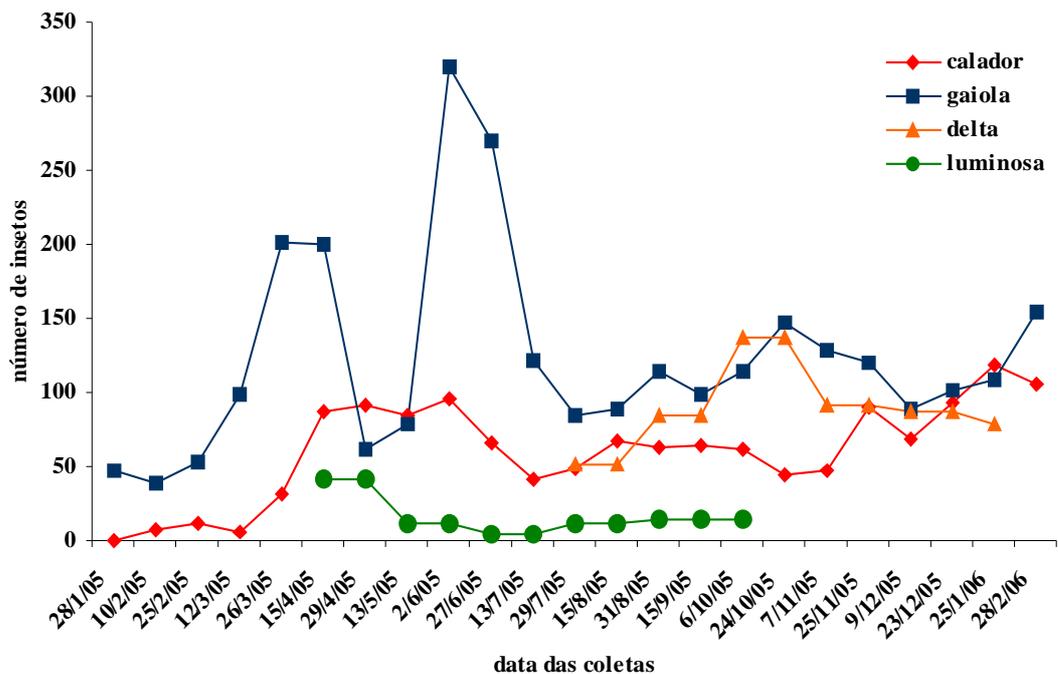


Figura 12. Número total de insetos capturados em diferentes tipos de armadilhas no silo 5, com trigo misto tratado com inseticida, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

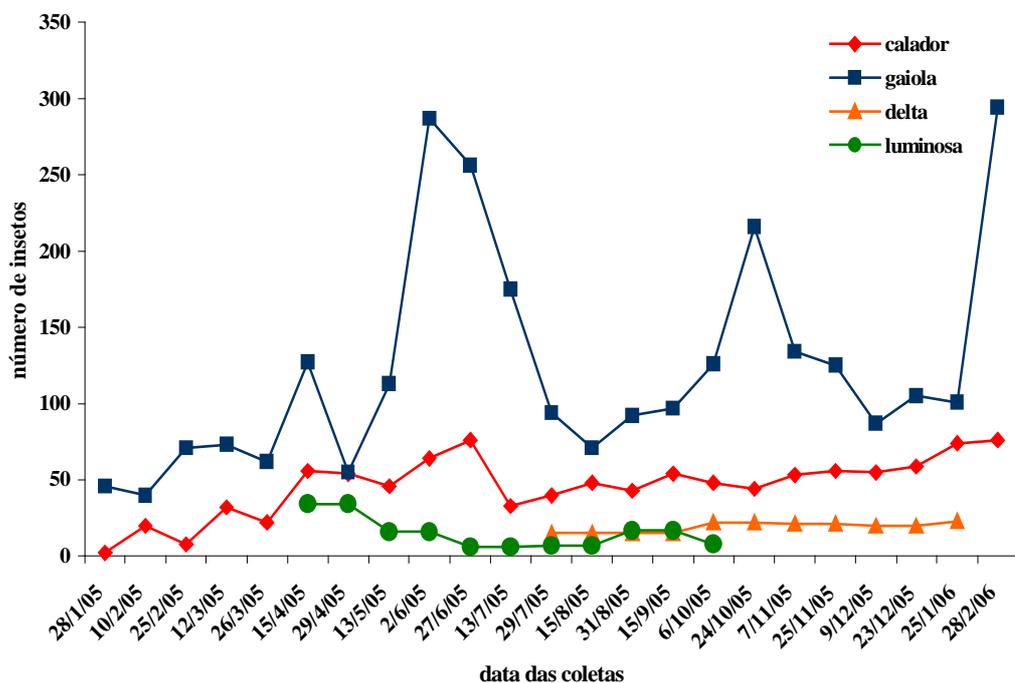


Figura 13. Número total de insetos capturados em diferentes tipos de armadilhas no silo 14, com trigo CD105 atado com terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial, na Cooperativa Agrária, Pinhão –PR.

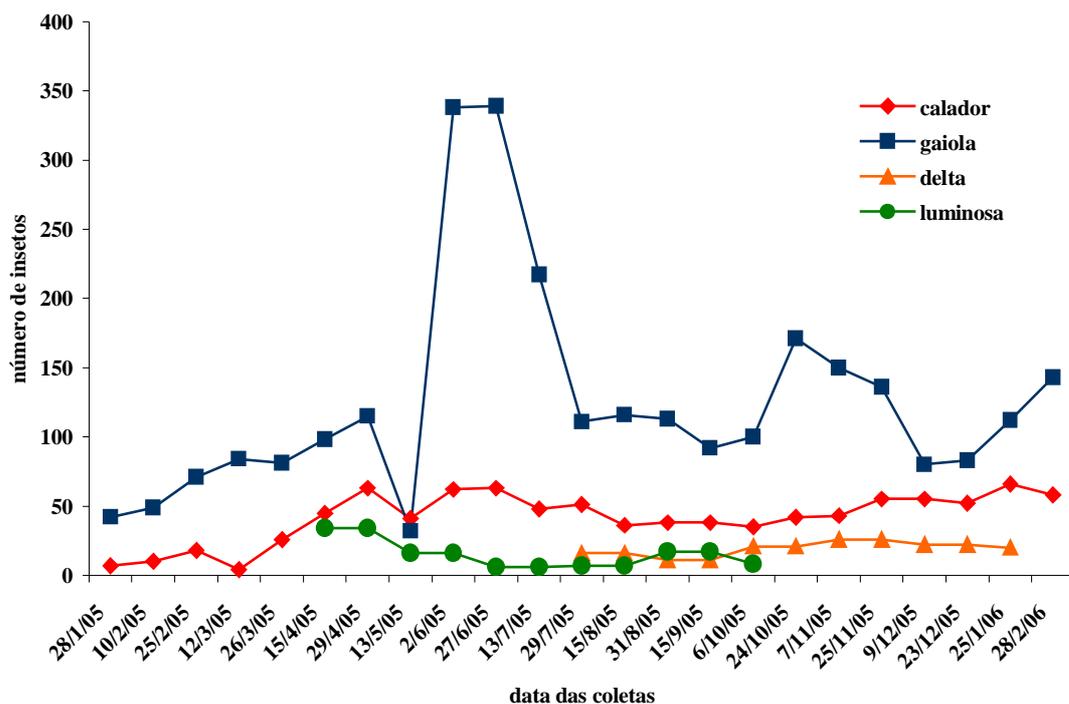


Figura 14. Número total de insetos capturados em diferentes tipos de armadilhas no silo 15, com trigo misto tratado com terra de diatomácea + resfriamento artificial, na Cooperativa Agrária, Pinhão –PR.

Os meses de maior captura foram junho e julho nos três silos estudados, principalmente da espécie *Liposcelis* sp. As temperaturas no ano de 2005 tiveram médias mais altas no período de inverno do que normalmente ocorre, o que pode explicar a maior ocorrência de insetos. A presença dos insetos em temperaturas mais altas concorda com o trabalho de Pereira *et al.* (2000) que detectaram um pico de atividades dos insetos, quando a temperatura estava entre 17 e 20°C. Throne & Cline (1994), monitorando *S. zeamais*, também observaram o mesmo fato. Os dados de temperatura e umidade podem ser observados na Figura 15 e Anexo 1.

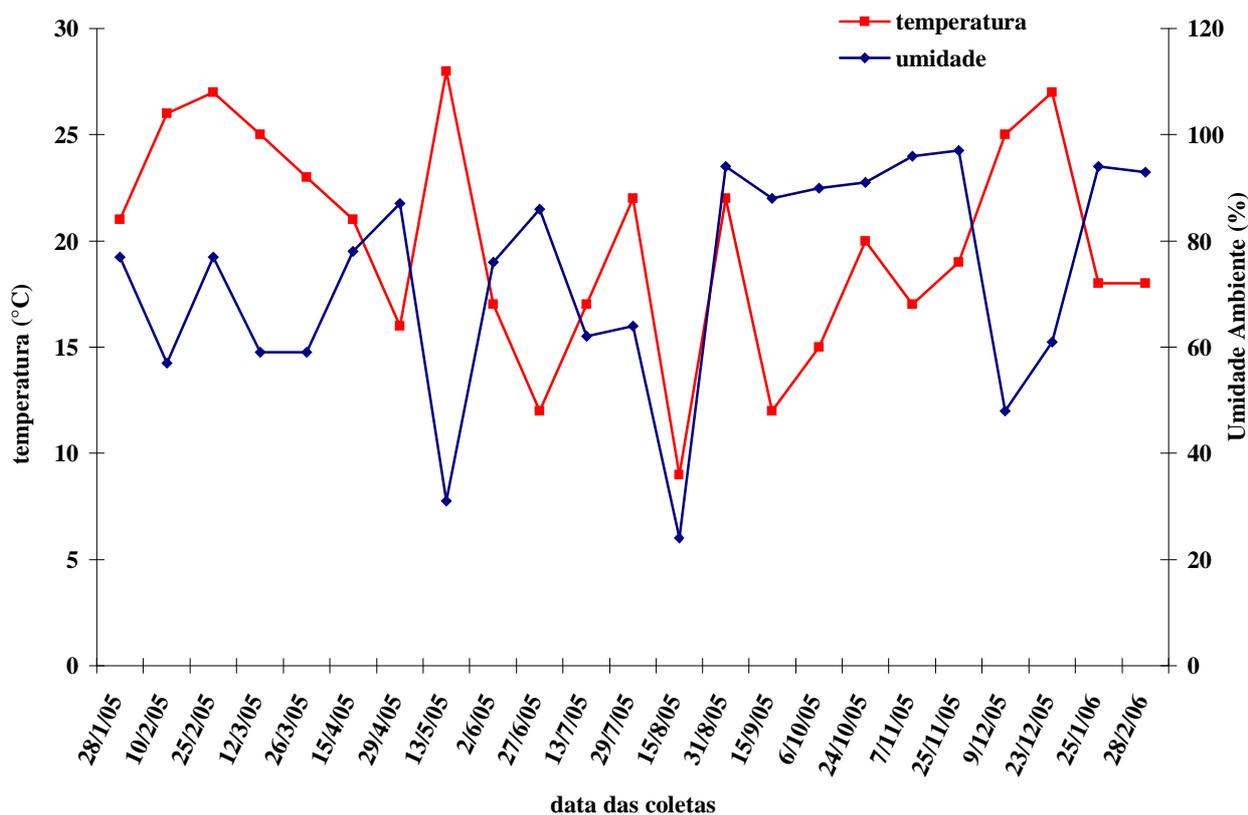


Figura 15. Dados de temperatura e umidade no período de monitoramento dos insetos na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

3.3.1. Armadilhas caladores

No período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006 foram realizados monitoramentos com armadilhas caladores a cada 15 dias nos três silos, para avaliar a presença de insetos na massa de grãos tratados. Na Tabela 4, pode-se verificar a média de captura de insetos de cada armadilha e o erro padrão com relação a sua distribuição dentro dos silos, durante os 14 meses de coleta.

Tabela 4. Número médio de insetos capturados por armadilha calador (\pm EP), nos três silos estudados com relação à posição das armadilhas dentro dos silos, durante o período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

	Silo 5	Silo 14	Silo 15
Armadilha	Média \pm EP	Média \pm EP	Média \pm EP
1	1,00 \pm 0,36	1,00 \pm 0,34	0,43 \pm 0,22
2	2,78 \pm 0,52	1,04 \pm 0,53	1,35 \pm 0,33
3	4,35 \pm 0,85	2,43 \pm 0,42	3,00 \pm 0,27
4	7,13 \pm 1,24	5,91 \pm 0,71	3,91 \pm 0,41
5	7,83 \pm 1,08	6,78 \pm 0,75	5,04 \pm 0,46
6	7,17 \pm 0,93	5,91 \pm 0,59	5,00 \pm 0,55
7	5,26 \pm 0,71	5,30 \pm 0,69	4,61 \pm 0,62
8	3,09 \pm 0,46	4,35 \pm 0,58	4,26 \pm 0,68
9	1,22 \pm 0,25	2,26 \pm 0,36	3,65 \pm 0,58
10	2,04 \pm 0,39	2,65 \pm 0,39	3,35 \pm 0,53
11	5,13 \pm 0,70	2,70 \pm 0,37	2,57 \pm 0,53
12	4,43 \pm 0,82	3,39 \pm 0,83	1,83 \pm 0,50
13	6,13 \pm 1,23	2,30 \pm 0,53	1,35 \pm 0,44
14	2,48 \pm 0,70	0,17 \pm 0,15	0,78 \pm 0,34
15	0,43 \pm 0,22	0 \pm 0	0,43 \pm 0,26

Com esses resultados, pode-se verificar que os caladores da região central dos três silos (armadilhas 4, 5, 6, 7, 12, 13) (Figura 6), independentemente do tratamento, capturaram mais insetos do que os da periferia.

No silo 5 com trigo misto tratado com inseticida, a espécie mais coletada nas quinze armadilhas foi *Liposcelis* sp. (87%), em seguida foi *S. zeamais* (5%), *G. cornutus* (4%), *T. castaneum* (3%) e *R. dominica* (1%), entre outras em pequeno número (Figura 16). A linha em vermelho, no gráfico, representa a temperatura da massa de grãos, obtida pela média das temperaturas dos pontos dos cabos termométricos mais próximos à superfície da massa (Anexo 2). Foi realizado um mapa da distribuição espacial do número total das espécies coletadas no período do experimento, indicando a posição das armadilhas que mais capturaram insetos (Figura 17).

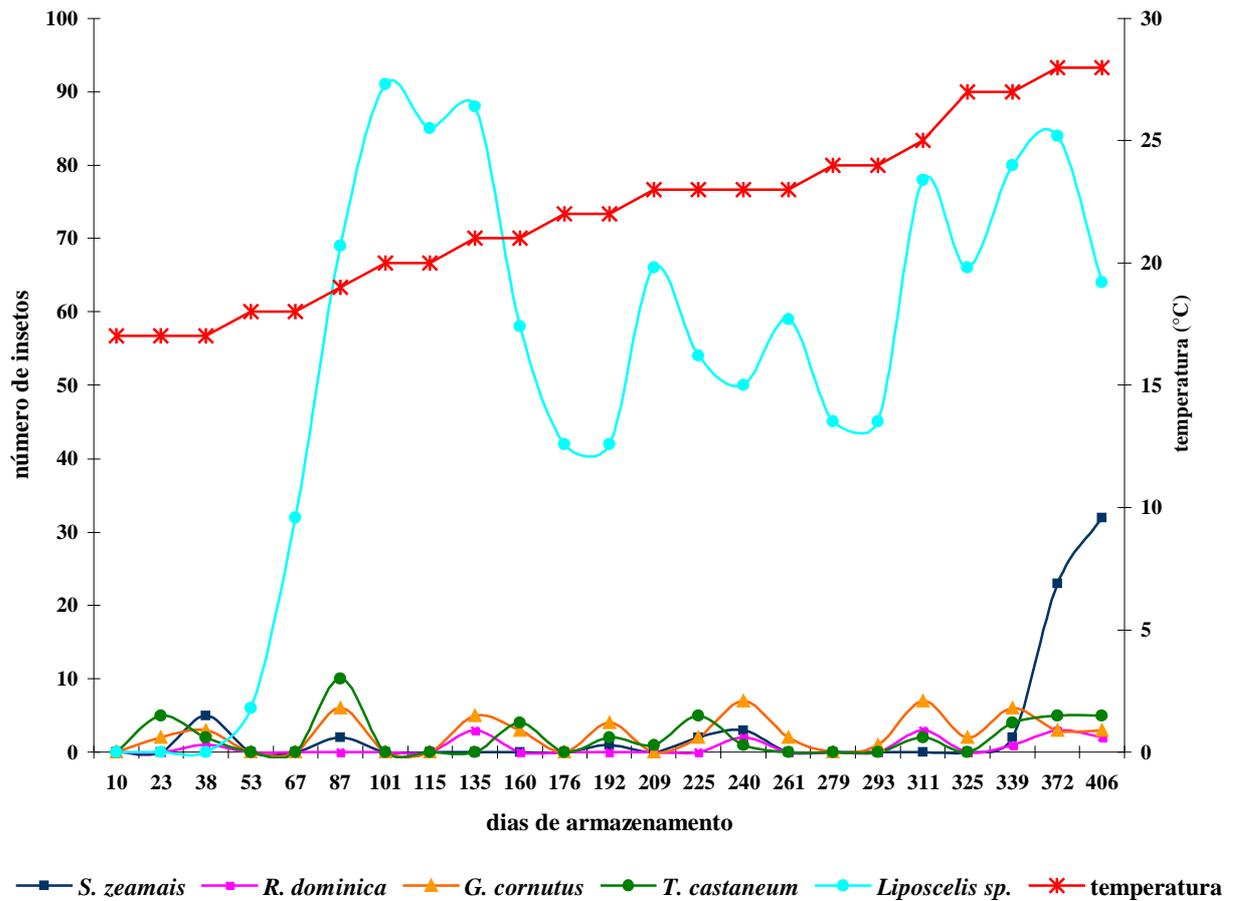


Figura 16. Flutuação das espécies de insetos de grãos armazenados nas armadilhas caladores do silo 5 com trigo misto tratado com inseticida, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

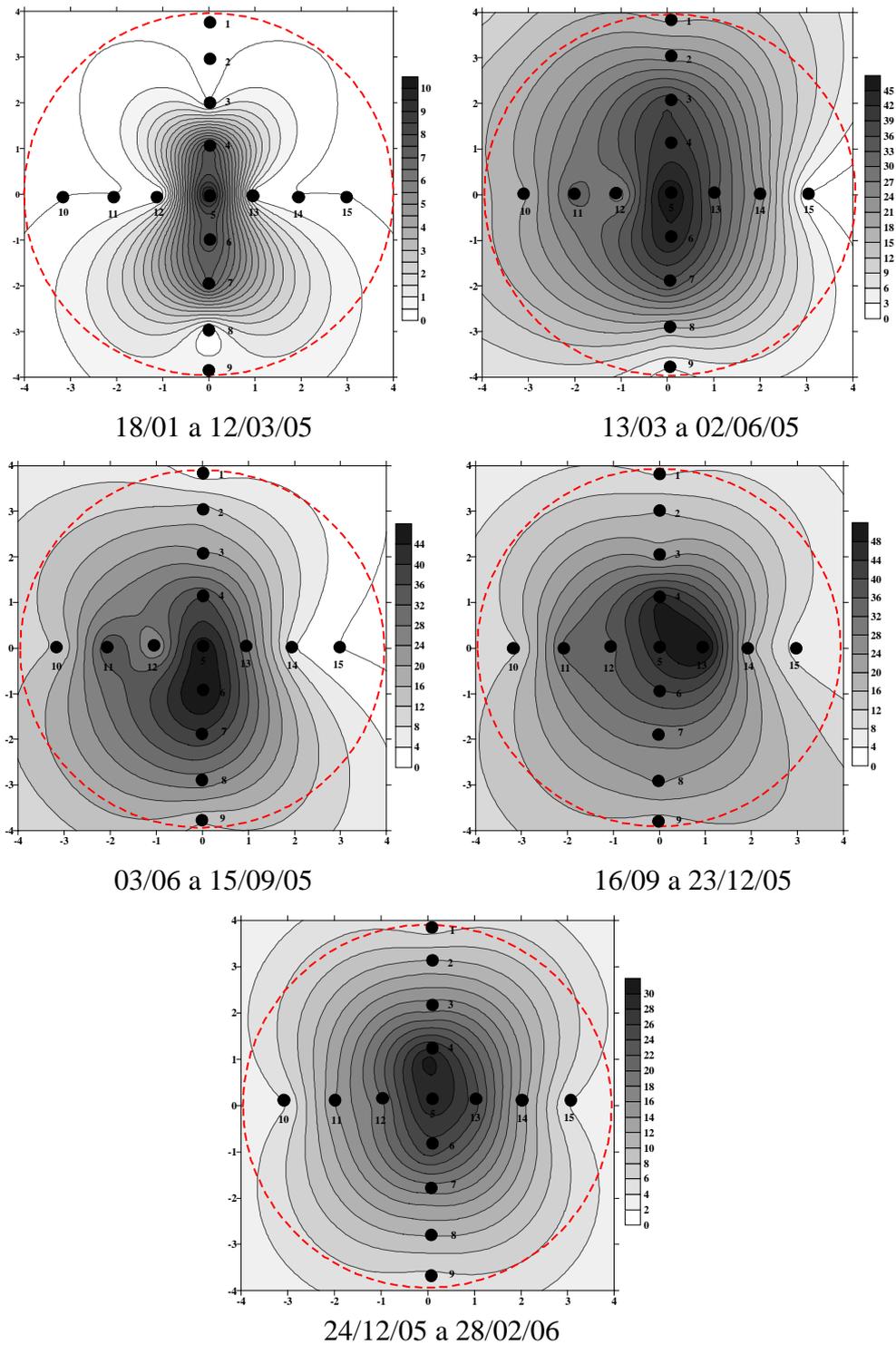


Figura 17. Distribuição espacial dos insetos do silo 5 de trigo misto, tratado com inseticida, capturados nas armadilhas caladores, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, Cooperativa Agrária, Pinhão – PR. O símbolo • indica a posição das armadilhas caladores, o ponto (0,0) indica o centro do silo, o círculo tracejado vermelho representa o silo.

No silo 14, com trigo CD105, tratado com terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial, as espécies mais coletadas foram: *Liposcelis* sp. (85%), seguida por *G. cornutus* (6%), *S. zeamais*; *T. castaneum* (aproximadamente 5% cada) e *R. dominica* (menos de 1%) (Figura 18). A linha em vermelho no gráfico representa a temperatura da massa de grãos obtida pela média das temperaturas dos pontos dos cabos termométricos mais próximos à superfície da massa. A Figura 19 apresenta o mapa da distribuição espacial das espécies coletadas no período do experimento, indicando as armadilhas que mais capturaram insetos.

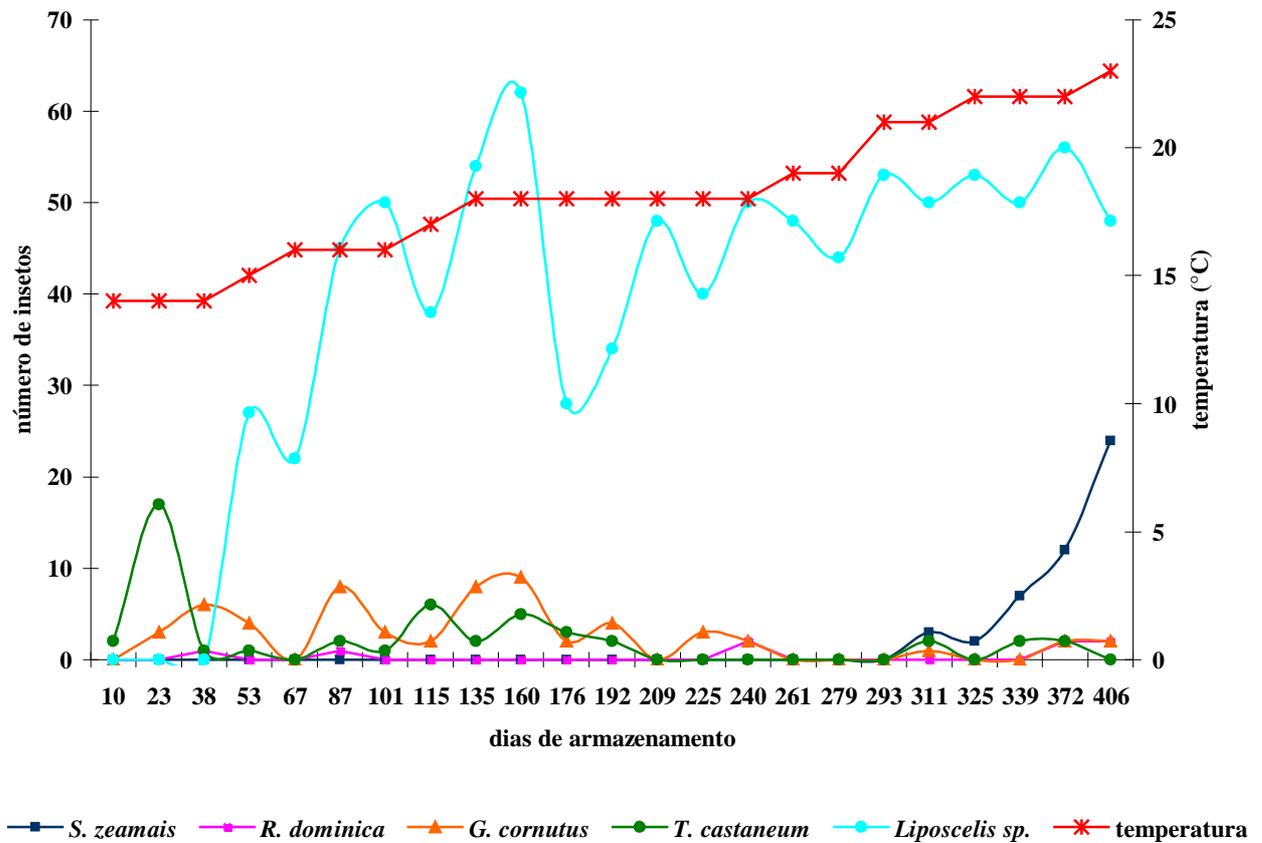


Figura 18. Flutuação das espécies de insetos de grãos armazenados nas armadilhas caladores do silo 14 com trigo CD105 tratado com terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

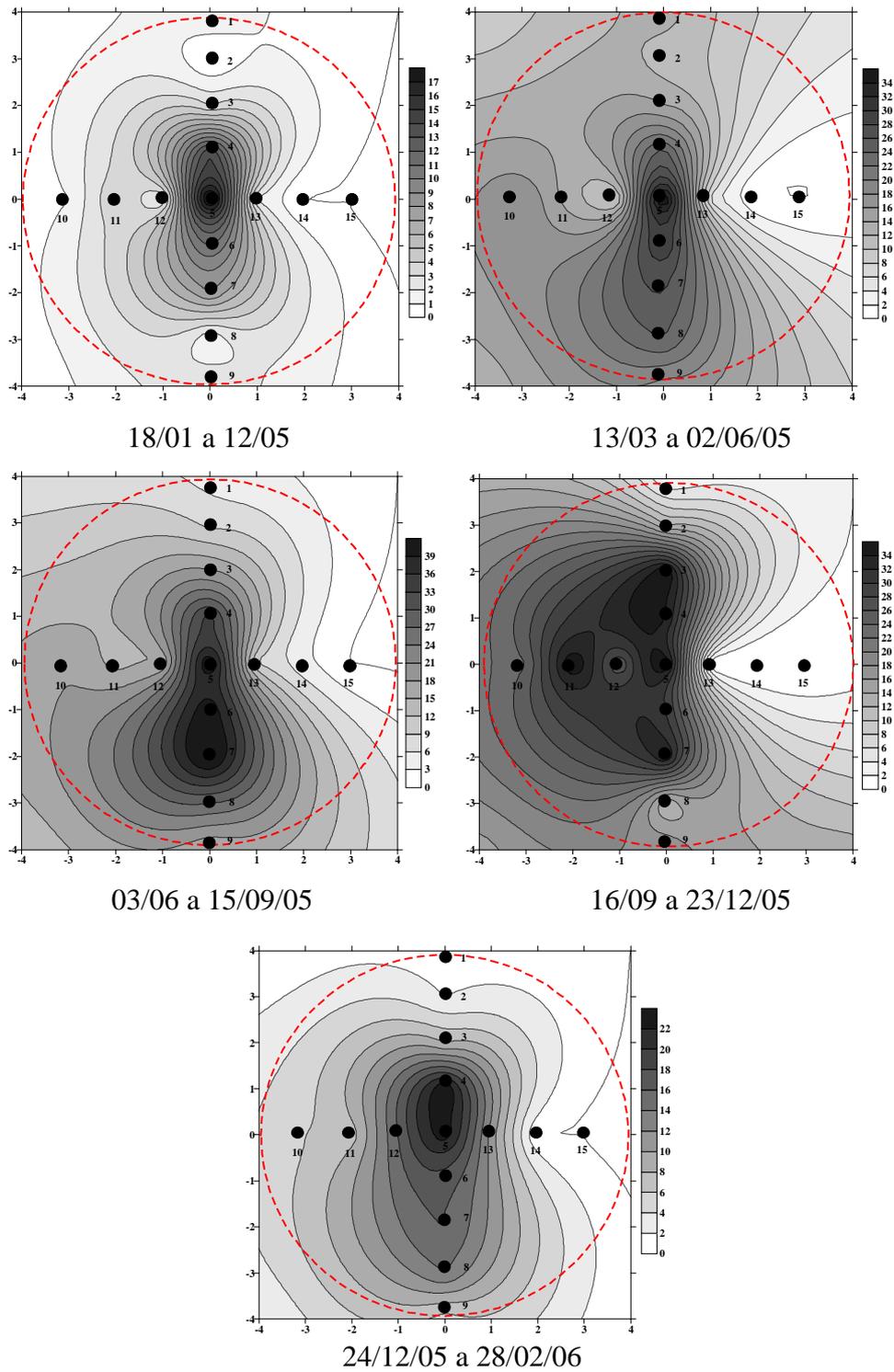


Figura 19. Distribuição espacial dos insetos do silo 14 de trigo CD105, tratado com TD (envelopamento) + resfriamento artificial, capturados nas armadilhas caladores, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, Cooperativa Agrária, Pinhão – PR. O símbolo • indica a posição das armadilhas caladores, o ponto (0,0) indica o centro do silo, o círculo tracejado vermelho representa o silo.

No silo 15, com trigo misto, tratado com terra de diatomácea + resfriamento artificial, a espécie mais coletada também foi *Liposcelis* sp. (92%), seguida por *G. cornutus* (4%), *T. castaneum* (4%) e *R. dominica* (menos de 1%) (Figura 20). A linha em vermelho no gráfico representa a temperatura da massa de grãos obtida pela média das temperaturas dos pontos dos cabos termométricos mais próximos à superfície da massa. O mapa da distribuição espacial das espécies mostra a captura de insetos de acordo com a posição das armadilhas (Figura 21).

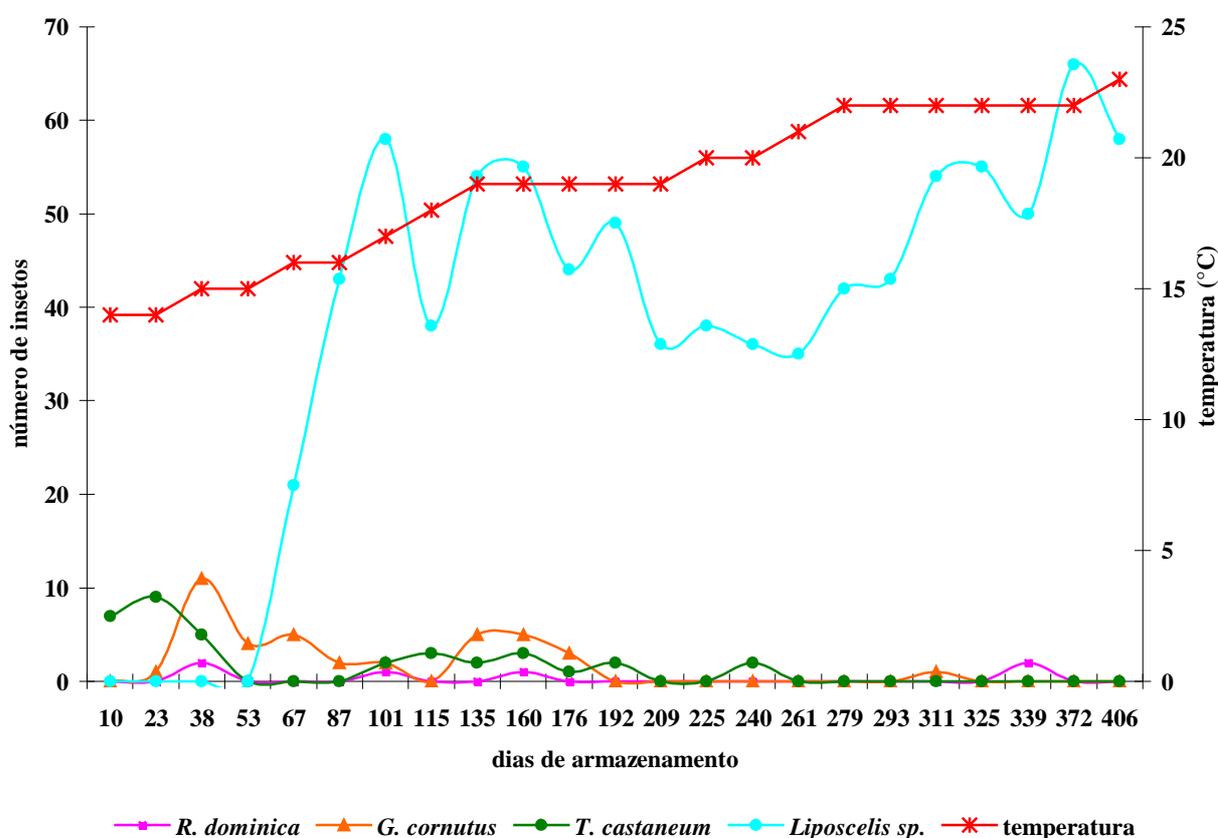


Figura 20. Flutuação das espécies de insetos de grãos armazenados nas armadilhas caladores do silo 15 com trigo misto tratado com terra de diatomácea + resfriamento artificial, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

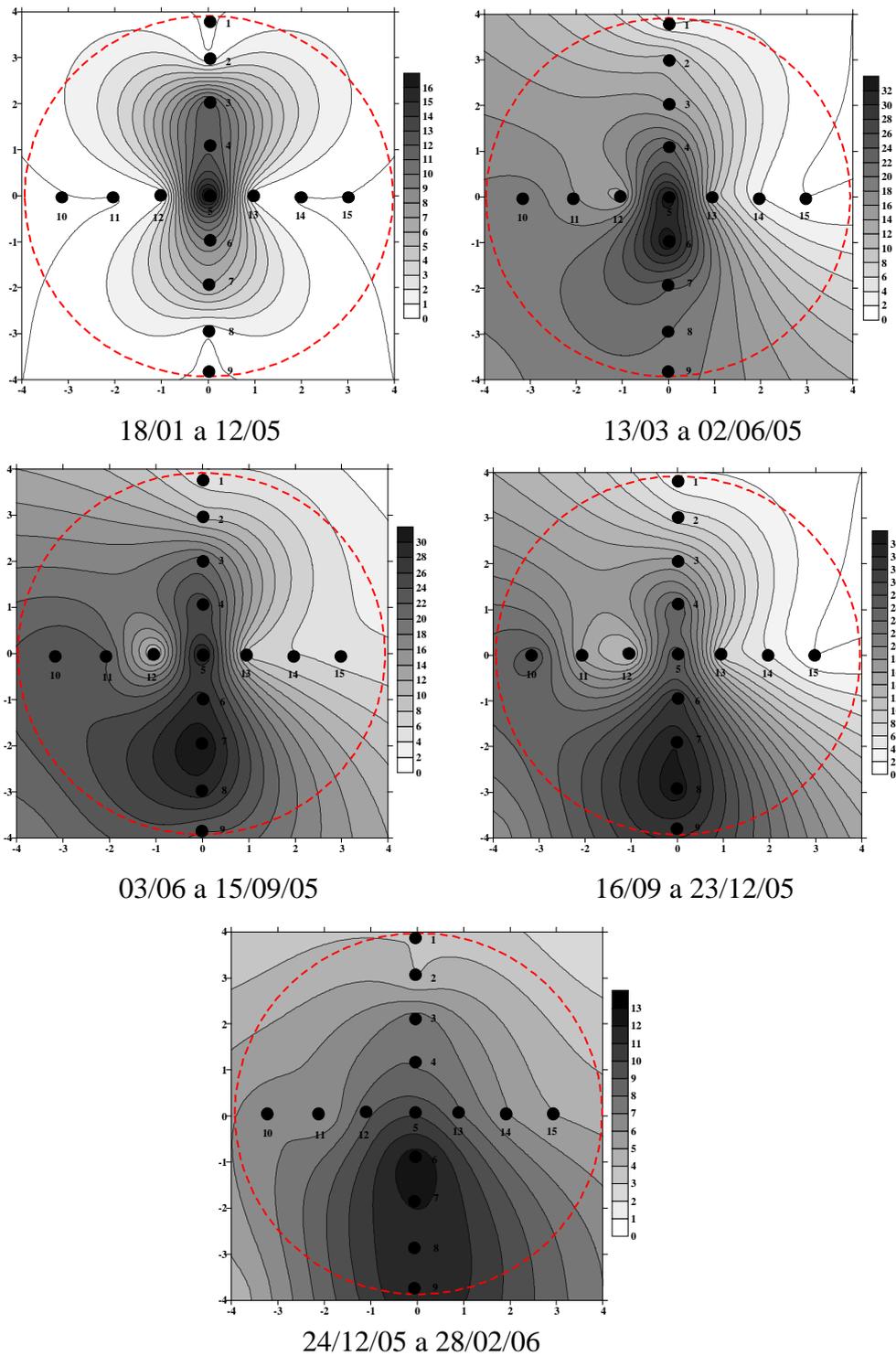


Figura 21. Distribuição espacial dos insetos do silo 15 de trigo misto, tratado com TD + resfriamento artificial, capturados nas armadilhas caladores, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, Cooperativa Agrária, Pinhão – PR. O símbolo • indica a posição das armadilhas caladores, o ponto (0,0) indica o centro do silo, o círculo tracejado vermelho representa o silo.

O uso de armadilhas caladores em trigo armazenado é um método eficiente para monitorar as populações de insetos e esses dados são úteis para informar as medidas necessárias de manejo integrado de pragas (Hagstrum & Flinn 1992). Os gerentes de unidades armazenadoras devem ter consciência que as armadilhas caladores são instrumentos importantes para a captura de insetos na massa de grãos, mesmo em baixos níveis populacionais.

Os resultados deste experimento mostram que a captura dos insetos nas armadilhas se concentrou mais na região central do silo. Este fato deve-se à maior concentração de grãos quebrados, poeira e impurezas, que favorecem as infestações pelas pragas secundárias. Já os insetos considerados pragas primárias de armazenamento se mantiveram em níveis baixos, com exceção de *S. zeamais*, que no final do experimento, no silo 5 e 14, apresentou um aumento abrupto na captura.

Hagstrum (1987), estudando populações de insetos em silos metálicos de trigo, concluiu que à medida que as armadilhas caladores são colocadas distantes do centro do silo o número de insetos adultos decresce, mas a presença de larvas em todas as outras armadilhas revela que qualquer ponto está sujeito a infestação. Isso pode ser explicado por essa região central apresentar maior tendência à infestação por insetos, devido à maior incidência de grãos quebrados e partículas finas resultantes do enchimento do silo.

A temperatura da massa de grãos chegou a 28°C no silo 5, enquanto que nos silos 14 e 15, que foram tratados com resfriamento artificial, chegou a 23°C ao longo de 14 meses de experimento, segundo o registro pelos cabos termométricos.

Os resultados do monitoramento com armadilha calador foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos, como exemplifica a Figura 22 referente ao monitoramento no silo 5.

Processo: Monitoramento da armadilha calador		Trigo nº: 1
CADASTRADOS Entidades Trigo 1 Origem Fases Campo Recebimento Secagem Armazenamento Produto final Trigo 2 Trigo 3 Outro tipo de entidade Alterar minha senha		Fase - Armazenamento Data: 28/02/2006 Número da armadilha: todas Temperatura ambiente (Celsius): 18 Temperatura do grão (Celsius): 28 Umidade ambiente(%): 91 Umidade do grão (%): 12,3 Insetos: 106 Quantidade:106 Sitophilus oryzae: Sitophilus zeamais: 32 Rhyzopertha dominica: 2

Figura 22. Tela de registro do monitoramento com armadilha calador no silo 5 com trigo misto tratado com inseticida, no software Rastreabilidade de Grãos.

3.3.2. Armadilhas delta adesivas

As armadilhas delta adesiva foram utilizadas no monitoramento de insetos nos silos no período de 13/07/05 a 25/01/06. Não houve diferença significativa na captura de insetos nas armadilhas com e sem feromônio, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, nos três silos estudados.

Nas armadilhas delta adesiva com feromônio do silo 5 com trigo misto tratado com inseticida a espécie mais capturada foi *Liposcelis* sp. (96%), seguida de *C. cautella* (3%) e *S. cerealella* (1%). Nas armadilhas sem o feromônio Mix Traça, a espécie mais capturada também foi *Liposcelis* sp. (98%), seguida de *C. cautella* (1%) e *S. cerealella* (1%). (Tabela 5).

Nas armadilhas delta adesiva com feromônio do silo 14, com trigo CD105, tratado com terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial, a espécie mais capturada foi *Liposcelis* sp. (78%), seguida de *C. cautella* (16%), *S. cerealella* (5%) e *P. interpunctella* (aproximadamente 2%). Nas armadilhas sem o feromônio Mix Traça, a espécie mais capturada também foi *Liposcelis* sp. (98%), seguida de *C. cautella* (2%) (Tabela 5).

Nas armadilhas delta adesiva com feromônio do silo 15, com trigo misto, tratado com terra de diatomácea + resfriamento artificial, a espécie mais capturada também foi *Liposcelis* sp. (85%), seguida de *C. cautella* (14%) e *S. cerealella* (1%). Nas armadilhas sem o feromônio Mix Traça, a espécie mais capturada também foi *Liposcelis* sp. (96%), seguida de *C. cautella* (4%) (Tabela 5).

Tabela 5. Número médio de insetos capturados (\pm EP) em armadilhas delta adesiva com e sem feromônio, sobre silos com trigo armazenado na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Espécie	Silo 5		Silo 14		Silo 15	
	Média \pm EP					
	C/ ferom	S/ ferom	C/ ferom	S/ ferom	C/ ferom	S/ ferom
<i>C. cautella</i>	1,33 \pm 0,49	0,5 \pm 0,22	1,67 \pm 0,49	0,17 \pm 0,17	1,33 \pm 0,42	0,33 \pm 0,21
<i>S. cerealella</i>	0,5 \pm 0,3	0,33 \pm 0,33	0,17 \pm 0,17	0 \pm 0	0,17 \pm 0,17	0 \pm 0
<i>Liposcelis</i> sp.	43,3 \pm 5	42,3 \pm 8,6	8,33 \pm 1,05	8,5 \pm 0,9	8,33 \pm 0,84	9,17 \pm 1,22

Apesar do baixo número de lepidópteros capturados, mesmo nas armadilhas com feromônio, estas são úteis para detectar populações iniciais e auxiliar nas decisões sobre medidas de manejo.

Os resultados mostram a grande incidência de *Liposcelis* sp. nas armadilhas com e sem feromônio, principalmente no silo 5, que foi tratado com inseticida (Figura 23).

Os resultados do monitoramento foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos, conforme exemplificado na Figura 24 para o silo 5.



Figura 23. Armadilha delta adesiva com feromônio mostrando alguns lepidópteros e a grande quantidade de *Liposcelis* sp. retidos na cola adesiva, sobre silo com trigo armazenado, Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Processo: Monitoramento da armadilha delta adesiva		Trigo nº: 1
Fase - Armazenamento		EDITAR EXCLUIR
CADASTRADOS <ul style="list-style-type: none"> [-] Entidades <ul style="list-style-type: none"> [-] Trigo 1 <ul style="list-style-type: none"> [-] Origem [-] Fases <ul style="list-style-type: none"> [-] Campo [-] Recebimento [-] Secagem [-] Armazenamento <ul style="list-style-type: none"> [-] Processos [-] Produto final [-] Trigo 2 [-] Trigo 3 	Data: 29/07/2005	
	Número da armadilha: 1	
	Temperatura ambiente (Celsius): 22	
	Umidade ambiente(%): 64	
	Feromônio: sim	
	Insetos: 27 Quantidade:27	
	Cadra cautella: 3	
	Sitotroga cerealella: 2	
	Plodia interpunctella:	
	Psocoptera - Liposcelis sp.: 22	
	Coleópteros encontrados na armadilha:	
	Outros: Diptera - Culicidae	
	Outro tipo de entidade	
	Alterar minha senha	

Figura 24. Tela de registro do software Rastreabilidade de Grãos com resultados do monitoramento com armadilha delta adesiva com feromônio no silo 5 com trigo misto tratado com inseticida, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

3.3.3. Armadilhas luminosas

Na armadilha luminosa pendurada acima do silo 5 foram capturados, no período de 26/03 a 06/10/05, um total de 98 insetos e na armadilha pendurada entre o silo 14 e 15 foram capturados 88 insetos considerados pragas de grãos armazenados (Tabela 6). Foram capturados, principalmente, insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hemiptera, mas não foram realizadas as identificações pois não eram espécies de interesse para o estudo.

A espécie *Carpophilus* sp. foi coletada em grande número nas duas armadilhas luminosas e também na armadilha gaiola, significando que esse inseto estava presente na estrutura armazenadora em número expressivo. Nessa armadilha também não houve a presença de muitas traças de armazenamento, concordando com os resultados obtidos com as armadilhas delta adesivas. Não foi possível proceder à identificação deste inseto para o presente trabalho, mas, em razão da sua expressividade, deverá ser identificado em breve.

Tabela 6. Número médio de insetos capturados (\pm EP) em armadilhas luminosas na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Espécie	Silo 5	Silo 14 e 15
	Média \pm EP	Média \pm EP
<i>S. zeamais</i>	2,5 \pm 0,62	1,5 \pm 0,67
<i>R. dominica</i>	1,5 \pm 0,34	0,5 \pm 0,5
<i>T. castaneum</i>	1,83 \pm 0,4	1,67 \pm 0,21
<i>G. cornutus</i>	2,83 \pm 0,4	2,5 \pm 0,22
<i>Carpophilus</i> sp.	6,17 \pm 3,85	6,5 \pm 2,7
<i>C. cautella</i>	0,67 \pm 0,33	1,33 \pm 0,49
<i>P. interpunctella</i>	0,83 \pm 0,4	0,67 \pm 0,33

A espécie *Carpophilus* sp. (Figura 25) vive sobre os grãos de cereais armazenados, sementes oleaginosas, cacau, nozes, farinha-de-arroz, tâmara, frutas secas e diversos outros produtos nas regiões tropicais e subtropicais. Esta espécie somente persiste e se torna problema em produtos com teor de umidade relativamente alto, agindo como indicadores de umidade e mofo no armazenamento (Dobie *et al.* 1984).



Figura 25. *Carpophilus* sp. capturado nas armadilhas luminosas, Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

A armadilha luminosa é atrativa para a maioria dos insetos fotopositivos, porém, durante o período de monitoramento foram capturados muitos insetos que não foram considerados de interesse para o estudo. Existem poucos estudos sobre o uso de armadilha luminosa para o monitoramento de insetos de grãos armazenados. Rees (1985), estudando a resposta de insetos de armazenamento a luz, observou que a maioria dos insetos de grãos armazenados presentes na superfície dos grãos poderiam ser repelidos se eles fossem expostos à luz. Alguns insetos, como *T. castaneum*, geralmente voam no período

vespertino. A orientação noturna dos insetos em direção à luz ainda não é bem compreendida. Dowdy & McGaughey (1994) em seu trabalho descreveram que *R. dominica* poderia ter maior atividade de vôo, quando a luz tinha intensidade menor, e que insetos mais jovens têm maior atividade de vôo em relação à luz.

Neste estudo, foi constatada a dificuldade de se trabalhar com esta armadilha e os resultados da captura acrescentaram pouca informação para o processo de monitoramento.

Os dados do monitoramento com armadilha luminosa foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos (Figura 26).

The screenshot shows a software interface with a tree view on the left and a data entry form on the right. The tree view is titled 'CADASTRADOS' and includes 'Entidades' with sub-items for 'Trigo 1', 'Trigo 2', and 'Trigo 3'. Under 'Trigo 1', there are 'Origem', 'Fases', 'Campo', 'Recebimento', 'Secagem', 'Armazenamento', and 'Produto final'. The data entry form is titled 'Processo: Monitoramento da armadilha luminosa' and 'Trigo nº: 1'. It includes a 'Fase - Armazenamento' section with fields for 'Data: 15/04/2005', 'Número da armadilha: 1', 'Temperatura ambiente (Celsius): 21', 'Umidade ambiente(%): 78', and 'Insetos: 41 Quantidade:41'. Below these are lists of insect species: *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*: 3, *Rhyzopertha dominica*: 2, *Cryptolestes ferrugineus*, *Gnathocerus cornutus*: 4, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*: 3, and *Carpophilus sp.*: 25. There are also links for 'EDITAR' and 'EXCLUIR'.

Figura 26. Tela de registro do software Rastreabilidade de Grãos com resultados do monitoramento com armadilha luminosa no silo 5, com trigo misto, tratado com inseticida, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

3.3.4. Armadilhas gaiolas

A Figura 27 mostra a flutuação populacional das espécies capturadas nas duas armadilhas gaiolas próximas a cada um dos silos.

No silo 5, as espécies de insetos mais coletadas nas duas armadilhas gaiola foram *S. zeamais* (48%) e *Liposcelis sp.* (47%), seguidas de *G. cornutus* (3%), *T. castaneum* (1%) e *Carpophilus sp.* (menos de 1%). No silo 14 as espécies mais coletadas foram *Liposcelis sp.* (48%), *S. zeamais* (47%), seguidas de *G. cornutus* (3%), *T. castaneum* (pouco mais de 1%) e *Carpophilus sp.* (menos de 1%). No silo 15 foram: *Liposcelis sp.* (51%), *S. zeamais* (42%), seguidas de *G. cornutus* (4%), *T. castaneum* (1,5%) e *Carpophilus sp.* (menos de 1%).

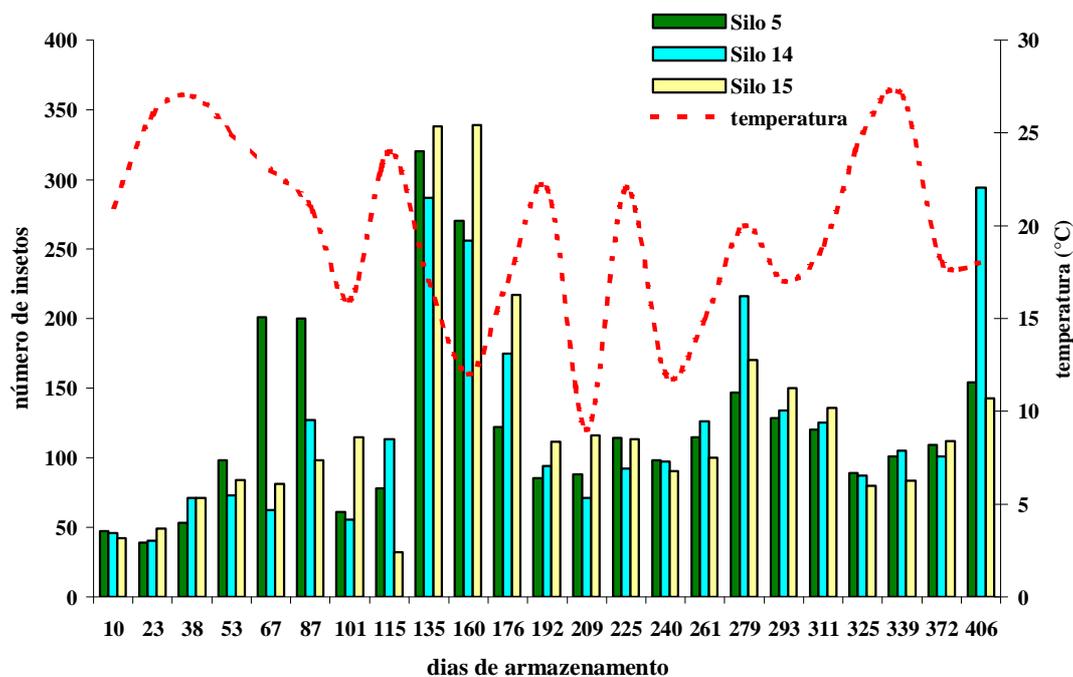


Figura 27. Flutuação populacional dos insetos coletados nas armadilhas gaiolas próximas aos silos, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Nas armadilhas localizadas nos outros locais da estrutura armazenadora as espécies mais coletadas também foram *Liposcelis* sp. e *S. zeamais* (Figura 28).

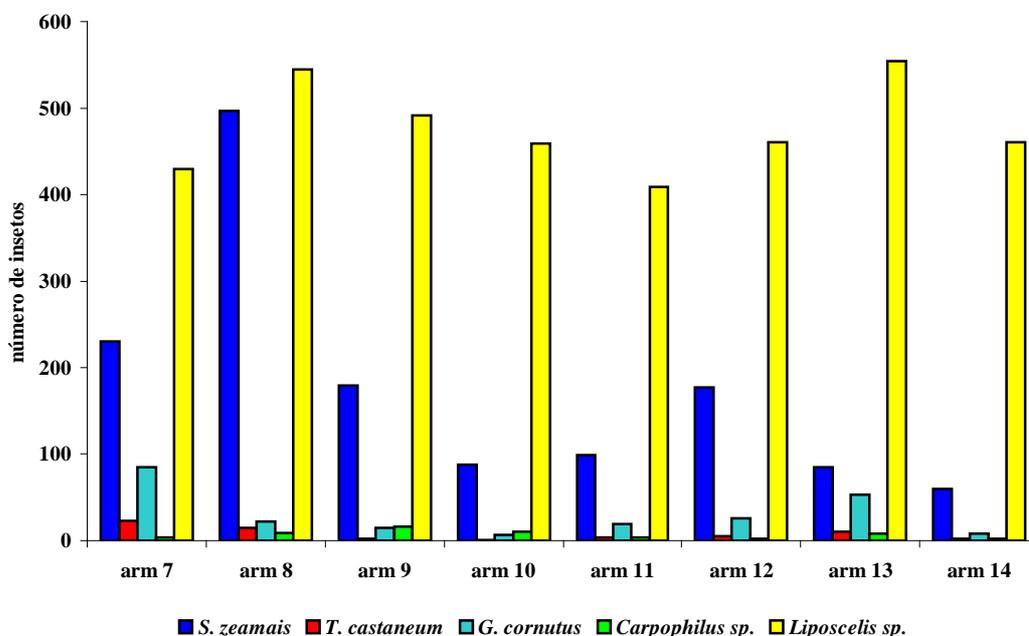


Figura 28. Número total de insetos coletados nas armadilhas gaiolas localizadas na estrutura armazenadora próximas a silos com trigo armazenado, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

A ocorrência de *Sitophilus* spp. em grande número na unidade armazenadora também está de acordo com as observações de Pereira *et al.* (2000), que capturaram 11 espécies de insetos em armadilhas tipo gaiola colocadas ao redor de silos com milho, sendo que *S. zeamais* representou 63,4%.

Os dados do monitoramento com armadilha gaiola foram registrados no software Rastreabilidade de Grãos, conforme Figura 29.

The screenshot displays the 'Rastreabilidade de Grãos' software interface. On the left is a tree view under 'CADASTRADOS' with categories like 'Entidades', 'Trigo 1', 'Origem', 'Fases', 'Campo', 'Recebimento', 'Secagem', 'Armazenamento', 'Processos', 'Produto final', 'Trigo 2', and 'Trigo 3'. Below this are links for 'Outro tipo de entidade' and 'Alterar minha senha'. The main area shows a record for 'Processo: Monitoramento da armadilha gaiola' (Trigo nº: 1) in the 'Fase - Armazenamento' stage. The record includes the date '27/06/2005', trap number '1', ambient temperature '12°C', and humidity '80%'. It lists insect captures: 73 total, including *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais* (42), *Rhyzopertha dominica*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Gnathocerus cornutus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* (2), *Carpophilus* sp., and *Psocoptera - Liposcelis* sp. (29). Buttons for 'EDITAR' and 'EXCLUIR' are visible at the top right.

Figura 29. Tela de registro do software Rastreabilidade de Grãos com resultados do monitoramento com armadilha gaiola no silo 5 com trigo misto tratado com inseticida, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Com o resultado das capturas nas armadilhas gaiola foi elaborado um mapa indicando as áreas propensas à infestação por insetos (Figura 30). Conforme a probabilidade de infestação, as áreas foram designadas como de alto, médio e baixo risco, sendo as áreas de maior risco em torno das armadilhas que mais capturaram insetos durante o período de monitoramento. As áreas indicadas em vermelho (alto risco) na Figura 30 representam a região entre os silos de grãos armazenados, onde, freqüentemente, havia restos de sacaria, grãos espalhados pelo chão, que explicaria a maior incidência de insetos nestas áreas.

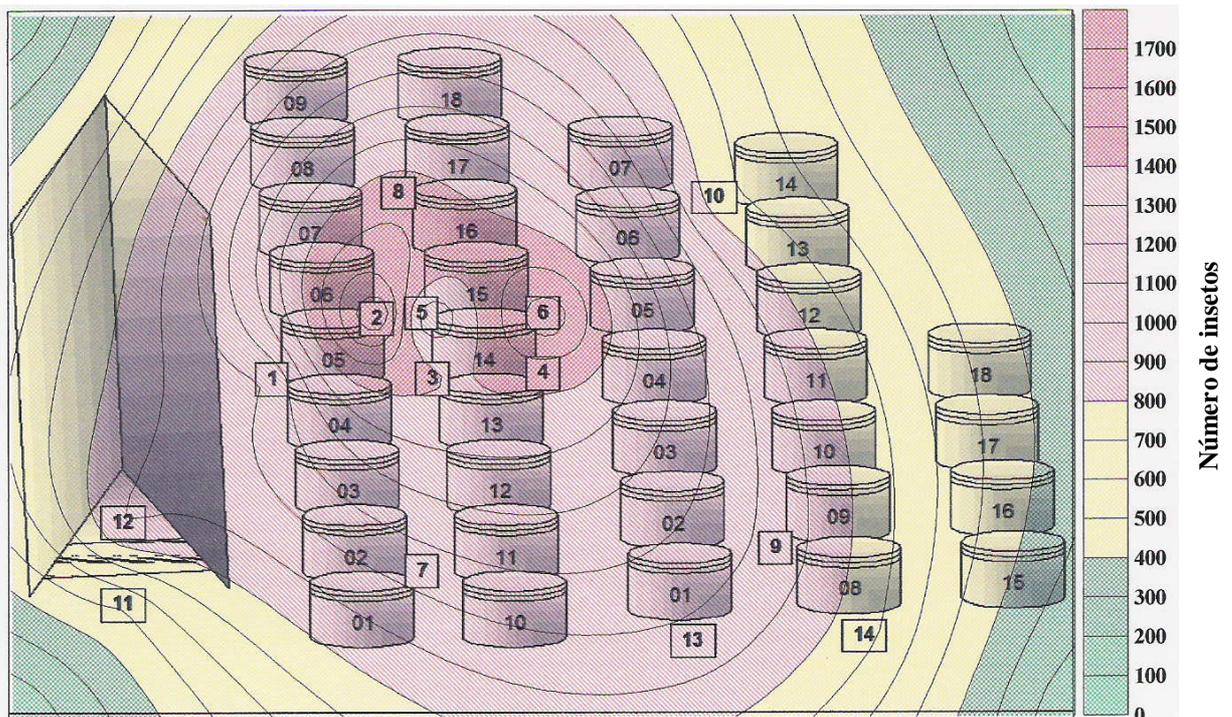


Figura 30. Mapa de risco de infestação de insetos baseado no número de insetos capturados nas armadilhas gaiola (□) colocadas na área externa dos silos e na estrutura armazenadora, no período de janeiro de 2005 a fevereiro de 2006, Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Nos silos próximos ao 5, foram armazenados, no período do experimento, trigo e soja, e nos silos próximos ao 14 e 15, foram armazenados cevada, trigo e soja. Não houve registro de infestação de insetos nos outros silos da unidade armazenadora.

Resfriamento e Aeração

Nos dois silos onde foi realizado o resfriamento artificial, a temperatura média na superfície manteve-se abaixo de 17°C por 101 dias, no silo 15 e 115 dias, no silo 14. Esses resultados são verificados no baixo número de insetos capturados nas armadilhas caladores, discutidos anteriormente.

Conforme rotina da empresa, os grãos foram submetidos a aeração durante o período do experimento, cujos registros são apresentados no Anexo 3 e Figura 31. O silo 5, com trigo misto, tratado com inseticida, teve uma aeração acumulada de 129 horas e 10 minutos no período de dezembro de 2004, quando começou o armazenamento, até fevereiro de 2006, no final do experimento. Os períodos onde houve o maior tempo de aeração

acumulada nesse silo foram nos meses de julho e setembro, com aproximadamente 40 e 36 horas de aeração, respectivamente. O silo 14, com trigo CD105, tratado com terra de diatomácea e resfriamento artificial, teve aeração acumulada de 148 horas e 12 minutos. O maior tempo de aeração acumulada, nesse silo, também foi nos meses de julho e setembro, com aproximadamente 53 e 41 horas de aeração, respectivamente. O silo 15, com trigo misto, tratado com terra de diatomácea e resfriamento artificial, teve aeração acumulada de 106 horas e 24 minutos, com aproximadamente 40 e 43 horas de aeração em julho e setembro, respectivamente.

CADASTRADOS		Processo: Aeração	Trigo nº: 1
<ul style="list-style-type: none"> [-] Entidades <ul style="list-style-type: none"> [-] Trigo 1 <ul style="list-style-type: none"> [-] Origem [-] Fases <ul style="list-style-type: none"> [+] Campo [+] Recebimento [+] Secagem [+] Armazenamento [+] Produto final [+] Trigo 2 [+] Trigo 3 		Fase - Armazenamento EDITAR EXCLUIR	
Outro tipo de entidade Alterar minha senha		Silo número: 5 Data: 28/02/2006 Tempo (horas): 129:10 Temperatura ambiente (Celsius): 18 Umidade ambiente(%): 91 Nome do responsável: Carlos Informações adicionais:	

Figura 31. Tela de registro do processo de aeração no silo 5 com trigo misto tratado com inseticida no software Rastreabilidade de Grãos.

A aeração envolve o movimento de baixos volumes de ar através da massa de grãos, com o propósito de controlar a temperatura do grão. Sob certas condições climáticas e em várias localizações geográficas, a aeração com o ar ambiente não pode inibir completamente a atividade do inseto e preservar a qualidade do grão. Quando a temperatura não pode ser suficientemente reduzida, a aeração com ar resfriado artificialmente é uma técnica útil e viável para o manejo da temperatura. O resfriamento independe da temperatura e umidade ambiente, mas para ser efetivo, tanto a aeração quanto o resfriamento, precisam fazer parte de um programa de manejo que envolva sanitização e outras medidas. Nesse experimento, nos silos tratados com resfriamento artificial, houve um desempenho satisfatório para o controle de insetos e para a qualidade do produto final.

3.4. Análises reológicas das farinhas

Após o período de 14 meses de experimento, os lotes de trigo dos três silos foram enviados para o moinho.

A Tabela 7 apresenta os parâmetros analisados nas amostras de farinha do trigo retiradas dos silos 5, 14 e 15. O trigo do silo 14 CD105, do tipo brando, foi utilizado para biscoito e o do silo 5 e 15, para farinha em geral.

Tabela 7. Parâmetros de qualidade analisados nas amostras de trigo dos silos 5 (trigo misto) tratado com inseticida, silo 14 (trigo CD105) tratado com terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial e silo 15 (trigo misto) tratado com terra de diatomácea misturada aos grãos e resfriamento artificial, nos 6 e aos 14 meses de armazenamento, na Cooperativa Agrária, Pinhão – PR.

Parâmetros	Silo 5		Silo 14		Silo 15	
	(inseticida)		(TD + resfriamento)		(TD + resfriamento)	
Data da análise	12/06/05	19/03/06	12/06/05	19/03/06	12/06/05	19/03/06
Falling number (s)	336	341	257	251	304	305
Tenacidade (P) (mm)	59	64	40	42	70	64
Extensibilidade (L) (mm)	82	89	64	82	101	78
Força (W) x 10 ⁻⁴ J	171	174	75	82	246	137
Peso hectolítrico	80,71	79	77,68	76,55	80,89	78,92
Glúten úmido (%)	32,9	32,5	36	33,7	34,5	35,6
Glúten seco (%)	10,7	10,6	11,2	10,3	12,3	12,4
Microscopia (frag.inseto/ 50g)	5	53	2	4	1	17
Absorção de água (base 14% de umidade) (%)	59,6	58,5	58	57,5	59,2	59,6
Tempo de desenvolvimento da massa (min)	5,8	4	2,5	2,9	5	3,8
Estabilidade (min)	6,0	6,4	2,1	2,5	10,3	5,2
Aflatoxina (ppb)	0	0	0	0	0	0
Umidade (%)	14,3	13,1	13,6	12,4	14,4	13,2
Proteína (%)	-	13,3	-	11,6	-	12,7
Cinza base bruta (%)	-	0,45	-	0,57	-	1,29
Cinzas (base seca) (%)	-	0,52	-	0,65	-	1,49

As propriedades reológicas da farinha envolvem as suas características físicas, como a viscosidade. A massa de farinha é considerada um material viscoelástico do ponto de vista físico, devido às propriedades apresentadas pelo glúten (Preston & Kilborn 1984). Segundo Rao & Rao (1993), a avaliação reológica da farinha é de vital importância para a indústria de panificação, ajudando a prever características de processamento da massa e a qualidade dos produtos finais. A reologia também desempenha importante papel no controle de qualidade e na definição da especificação de ingredientes dos produtos elaborados (Gutkoski *et al.* 2003).

O farinógrafo tem sido o mais freqüente instrumento utilizado para a avaliação da qualidade e força da farinha e, conseqüentemente, para a indicação de seu uso. A curva farinográfica reflete basicamente três processos: absorção de água, desenvolvimento da massa e quebra da massa, intrinsecamente relacionados à qualidade da farinha (Preston & Kilborn 1984).

As características de elasticidade e extensibilidade (viscosidade) são determinadas pelo alveógrafo. A resistência à expansão e a extensibilidade são obtidos ao se insuflar ar em um disco de massa, propriamente preparado, e observar o comportamento da bolha resultante até o seu rompimento. Todo o processo é registrado e a leitura do alveograma resultante revela os seguintes índices: 1) “P”, ou a altura máxima alcançada pela curva, que representa a tenacidade da massa, ou seja, a resistência da massa a deformação, 2) a extensão da curva, “L”, do início até seu rompimento, 3) a força da massa, obtida pela área da curva, que representa a energia necessária à sua deformação (Pylar 1988).

Em relação ao peso hectolitro observa-se que os valores encontrados foram muito similares entre os grãos dos silos estudados variando de 76,5 e 80,89 kg/hL. O peso hectolitro é um critério simples e amplamente utilizado na avaliação da qualidade de trigo: quanto maior o PH maior é o percentual de endosperma e, em geral maior o rendimento da farinha. Segundo Guarianti (1996), um trigo pode ser considerado muito pesado quando apresenta valores entre 80 e 83 kg/hL e pesado, para valores de 76 a 79 kg/hL. De acordo com a norma de identidade e qualidade do trigo (Brasil 1999) o PH é utilizado para a classificação em tipos, necessitando no mínimo 78 kg/hL para ser considerado tipo 1. Dos trigos analisados somente as amostras do silo 14 apresentaram PH abaixo de 78 kg/hL, sendo esse classificado como tipo 2, com base no peso hectolitro.

O teor de proteína bruta nas amostras de grãos dos silos estudados variou de 11,6% a 13,3%. O maior teor verificado foi na amostra de grão do silo 5. O conteúdo de proteínas e de cinzas, no grão de trigo, aumenta de dentro para fora do grão e, desta forma, seus teores

nas farinhas tendem a aumentar à medida que se eleva o grau de extração de moagem (Pomeranz 1987). A análise do teor de proteína da farinha de trigo só foi realizada na amostra do final do experimento na cooperativa.

Farinhas de trigo de baixo conteúdo protéico são recomendadas para produtos de panificação de não fermentados (Kulp & Olewnik 1989). Por sua vez, farinhas de trigo duro, com conteúdo protéico na faixa de 12 a 15%, são fundamentalmente utilizadas na elaboração de produtos de panificação (El Dash & Camargo 1982).

O conteúdo de cinzas da farinha de trigo é considerado uma importante medida de qualidade. O teor de cinzas da farinha por si só não está relacionado com a qualidade final do produto, mas fornece indicações sobre o grau de extração. Na legislação brasileira, o teor de cinzas é usado para classificar a farinha de uso doméstico entre especial, comum e integral. Para a farinha ser classificada como especial, o teor de cinzas deve ser inferior a 0,65% (expressos em base seca) (Brasil 1996). De acordo com os dados da tabela acima, o teor de cinzas das farinhas, expressos em base seca, variou entre 0,52% e 1,49%. O maior teor foi verificado na farinha obtida da amostra do trigo do silo 15. Farinhas com altos teores de cinzas têm normalmente coloração mais escura, podendo-se presumir que contenham maiores quantidades de partículas finas de farelo e da porção adjacente ao farelo (El Dash & Camargo 1982).

A força do glúten (W) variou entre 75 e 246×10^{-4} J (Tabela 7). Os menores valores de W foram verificados nas amostras de farinha do trigo do silo 14. Valores de força do glúten abaixo de 150×10^{-4} J representam farinhas típicas para biscoitos (Gutkoski *et al.* 2003).

A determinação do número de queda em trigo tem por finalidade verificar a atividade das enzimas amilolíticas no grão, avaliando o grau de germinação na espiga (Perten 1967). Número de queda superior a 150 segundos pode ser utilizado para fabricação de biscoitos e massas em geral (Rasper 1991).

Em relação ao número de fragmentos de insetos presente na farinha, o silo 5 apresentou a maior quantidade, 53. Esse resultado está de acordo com o maior número de insetos capturados nesse silo, no monitoramento com armadilhas caladores. Na antiga legislação brasileira sobre os limites máximos de tolerância de fragmentos de insetos em farinha (Portaria nº 74 de 04/08/94, do Ministério da Saúde) (Brasil 1994) era permitido até 75 fragmentos de insetos em 50 g de farinha em três repetições. A legislação vigente - Resolução RDC nº175 de 08/07/03 (Brasil 2003) - só não aceita insetos vivos ou mortos

considerado como vetores mecânicos nas amostras (como baratas, por exemplo), mas as indústrias ainda seguem o padrão da legislação antiga.

É importante observar que a definição de uma farinha deve ser feita após a avaliação do conjunto desses testes.

A contaminação por qualquer tipo de infestação viva (inseto e ácaro, por exemplo) e por um elevado número de fragmentos de insetos pode ocorrer tanto na lavoura, durante a produção, a colheita e o processamento do trigo, quanto na armazenagem dos grãos. Como a utilização de defensivos agrícolas não é uma alternativa aceitável, o ideal é que haja um maior controle das condições ambientais de armazenamento, principalmente, da umidade e da temperatura, a fim de evitar a proliferação de contaminantes naturais. Esses contaminantes podem trazer prejuízo à saúde humana. Ácaros e insetos possuem potencial alergênico, ou seja, podem provocar alergia, enquanto que a presença de pêlos de roedor indica que o trigo entrou em contato com o animal e, possivelmente, com suas fezes e urina, seja durante o cultivo, ou durante o armazenamento dos grãos.

Infestações de insetos nos grãos armazenados podem resultar em modificações na composição nutricional do grão (gordura e carboidrato), ao longo do período de armazenamento (Jood 1996). O acompanhamento de insetos que ocorrem na massa de grãos é de fundamental importância para detectar o início da infestação, que poderá alterar a qualidade final da farinha. Perez-Mendonça *et al.* (2005), analisando amostras de grãos por inspeção visual, não encontraram correlação entre os níveis de infestação de *R. dominica* e o número de fragmentos desse inseto encontrados na farinha, principalmente porque só pela análise visual de amostras não é possível detectar a real presença de insetos, devendo-se ter atenção ao método mais eficiente (infestação interna) para o monitoramento de insetos e conhecimento de seu comportamento.

Como pode-se observar, a escolha apropriada de uma farinha para determinado produto não é simples e deve seguir controles rigorosos. Existem diversas etapas a serem alcançadas, para que se possa conseguir a qualidade desejada para os diferentes produtos, desde a seleção dos grãos, que são submetidos às variações de safras, ao processo intrínseco de moagem e às especificações próprias de cada produto que se deseja obter. O histórico da armazenagem da matéria-prima, no caso, o grão de trigo, permite avaliar os procedimentos adotados para a manutenção de suas características intrínsecas e de sua qualidade sanitária.

3.5 Análise de custo

Ao final do experimento foi realizada uma análise para verificação dos custos dos tratamentos fitossanitários (Tabela 8, 9 e 10).

Tabela 8. Análise de custo do tratamento fitossanitário (9 ml/t de pirimifós-metil 500 CE + 13 ml/t de deltametrina 25 CE) aplicado ao trigo armazenado no silo 5, na Cooperativa Agrária, Pinhão - PR

Silo 5	Potência em CV	Horas de Utilização	Custo por hora (R\$)	Custo total energia (R\$)	Inseticida (R\$)	TD (R\$)
Tratamento	40	22	2,521	55,46	2410,87	-
Resfriamento	88,3	0	5,560	0	-	-
Aeração	12,5	129	0,788	101,65	-	-
Total: R\$ 2.567,98						

Tabela 9. Análise de custo do tratamento fitossanitário (30 kg de terra de diatomácea (envelopamento) + resfriamento artificial) aplicado ao trigo armazenado no silo 14, na Cooperativa Agrária, Pinhão - PR.

Silo 14	Potência em CV	Horas de Utilização	Custo por hora (R\$)	Custo total energia (R\$)	Inseticida (R\$)	TD (R\$)
Tratamento	40	0	2,521	0	-	60,00
Resfriamento	88,3	120	5,560	667,20	-	-
Aeração	12,5	148	0,788	116,62	-	-
Total: R\$ 843,82						

Tabela 10. Análise de custo do tratamento fitossanitário (800 g/t de terra de diatomácea em todo a massa de grãos + resfriamento artificial) aplicado ao trigo armazenado no silo 14, na Cooperativa Agrária, Pinhão - PR.

Silo 15	Potência em CV	Horas de Utilização	Custo por hora (R\$)	Custo total energia (R\$)	Inseticida (R\$)	TD (R\$)
Tratamento	40	0	2,521	55,46	-	1760,00
Resfriamento	88,3	120	5,560	667,20	-	-
Aeração	12,5	106	0,788	83,53	-	-
Total: R\$ 2.566,19						

Na análise do custo comparativo para toda a capacidade instalada de armazenagem da cooperativa, foram consideradas as seguintes premissas para a delimitação do custo variável:

- 1) Foi considerado o sistema de resfriamento consorciado com tratamento de terra de diatomácea aplicada na superfície dos grãos (envelopamento) x sistema de tratamento químico;
- 2) Não foram consideradas as diferenças qualitativas no resultado dos tratamentos, como o efeito positivo do resfriamento na manutenção da qualidade do grão;
- 3) O cálculo foi realizado considerando a capacidade instalada de armazenamento de 98.500 t (unidade de Pinhão);
- 4) Não foi considerado o custo de aeração (pois o custo foi comum para os três silos);
- 5) Custo aproximado da máquina de resfriamento foi considerado aproximadamente R\$ 150.000,00;
- 6) Taxa de depreciação considerada de 10% ao ano;
- 7) Cálculo realizado para o período de um ano em silos de 1.100 t;
- 8) Como em todos os tratamentos houve perda de água de 1,2% (quebra técnica), não foi computada no cálculo de custo.

Os resultados foram os seguintes:

Tratamento Químico

Custo variável por tonelada (tratamento químico do inseticida + gasto com energia elétrica):

$$\Rightarrow \text{R\$}2.466/1.100 \text{ t} = \text{R\$}2,24/\text{t}$$

Sendo considerado quatro tratamentos por ano em média:

$$\text{Custo anual} \Rightarrow 4 \times 2,24 = \text{R\$}8,96/\text{t/ano}$$

Custo Total anual $\Rightarrow \text{R\$}8,96 \times 98.500 \text{ t} = \text{R\$ } 882.560,00$ na capacidade instalada de Pinhão.

Tratamento por terra diatomácea com sistema de resfriamento

Custo variável por tonelada

$$\Rightarrow \text{R\$}727/1.100 = \text{R\$}0,66/\text{t}$$

Sendo considerado dois tratamentos por ano:

$$\text{Custo anual} \Rightarrow 2 \times 0,66 = \text{R\$}1,32/\text{t/ano}$$

Custo Total anual => $R\$1,32 \times 98.500 \text{ t} = \mathbf{R\$130.020,00}$ na capacidade instalada de Pinhão.

Custo Fixo de depreciação da máquina de resfriamento (10 anos).

=> $R\$150.000/10 = \mathbf{R\$15.000}$

Custo Total anual + depreciação => $R\$130.020,00 + R\$15.000,00 = \mathbf{R\$145.020}$ na capacidade instalada de Pinhão.

Retorno sobre o investimento:

⇒ diferença de custos: $\mathbf{R\$882.500,00 - R\$145.020,00 = R\$737.540,00}$

⇒ investimento inicial / redução nos custos totais anual: $\mathbf{R\$150.000,00/R\$737.540,00 = 0,203 \text{ anos ou } 2,44 \text{ meses}$

No valor dos tratamentos fitossanitários foi incluído o gasto com energia elétrica. No tratamento químico foram consideradas necessárias, em média, quatro aplicações ao ano. No tratamento com resfriamento artificial foram considerados, em média, a aplicação de dois ciclos (6 em 6 meses), baseado nos resultados do experimento.

O custo aproximado da máquina de resfriamento é de R\$ 150.000,00, sofrendo uma depreciação anual de R\$ 15.000,00. Considerando as diferenças de custos entre o tratamento químico e o resfriamento artificial + TD de R\$ 882.560,00 – R\$ 145.020,00 (com a depreciação) o valor é igual a R\$ 737.540,00. O retorno do investimento da aquisição da máquina de resfriamento considerando o diferencial de custos em uma capacidade instalada de armazenamento de 98.500 t, é em aproximadamente 3 meses.

Esse resultado apresenta o benefício tanto em nível de qualidade dos grãos, mas também financeiro do resfriamento artificial para tratamento fitossanitário de grãos, associado com terra de diatomácea.

4. CONCLUSÃO

O monitoramento com a combinação de armadilhas permite avaliar com mais precisão a ocorrência e flutuação dos insetos-praga presentes, tanto na massa de grãos quanto na estrutura de armazenamento externa aos silos, para fins de manejo;

A detecção de infestações generalizadas por *Liposcelis* sp., indica que medidas de controle devem ser direcionadas para esta espécie; monitoramento contínuo e atenção especial também devem ser dirigidas para as áreas com altas infestações determinadas pelos mapas de risco, na unidade de armazenamento;

Os tratamentos fitossanitários com resfriamento e terra de diatomácea apresentam um efeito mais prolongado e custo-benefício melhor no controle de insetos-praga no grão, com redução também dos fragmentos presentes nas farinhas dos respectivos lotes;

O registro dos processos e tratamentos durante o armazenamento permite preservar a identidade do grão e informações sobre sua qualidade, para direcionar os lotes para a moagem de acordo com tipos específicos de farinha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists International). 2002. Determinação de infestação interna por insetos, por trituração e flutuação, p.14. Técnica 982.31, (16/05/02).
- Arthur, F. H. 1996. Grain protectants: Current status and prospects for the future. *Journal of Stored Product Research* 32: 293-302.
- Barak, A. V.; Burkholder, W. E.; Faustini, D. L. 1990. Factors affecting the design of traps for stored products insects. *Journal of the Kansas Entomological Society* 63: 466-485.
- Brasil. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília. 365 p.
- Brasil. 1994. Portaria nº 74 de 04/08/94, do Ministério da Saúde.
- Brasil. 1996. Portaria nº 354 de 18/07/96, do Ministério da Saúde.
- Brasil 1999. Instrução Normativa nº 1, de 27/01/99, do Ministério da Agricultura.
- Brasil. 2001. Regulamento técnico de identidade e qualidade do trigo, aprovado pela Instrução Normativa SARC nº 07, de 15/08/2001, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Brasil 2003. Resolução – RDC nº 178, de 08/07/03, do Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/show>> Acesso em: 14/04/06
- Ceruti, F. C. 2003. Técnicas de monitoramento e de controle de insetos em milho armazenado. Dissertação de Mestrado em Entomologia. Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 93 p.
- Dharmaputra, O. S.; Purwadaria, H. K.; Susilo, H.; Ambarwati, S. 1994. The effects of drying and shelling on *Fusarium* spp. infection and *Fusarium* toxins production in maize. Disponível em: <http://library.biotop.org/administrative_report.htm>

- Dobie, P.; Haines, C. P.; Hodges, R. J.; Prevet, P. F. 1984. Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual. Tropical Development and Research Institute: UK. 273 p.
- Dowdy, A. K. & McGaughey, W. H. 1994. Seasonal activity of stored product insects in and around farm-stored wheat. *Journal of Economic Entomology* 87: 1352-1358.
- El Dash, A. A. & Camargo, C. R. O. 1982. Fundamentos da tecnologia de panificação. Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia: São Paulo. 400 p.
- Embrapa Trigo. 2007. Notícias trigo. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/notivias/2007/clippagem/clipp-02-1.pdf> Acesso em: 02/07/07
- Fargo, W. S.; Eperly, D.; Cuperus, G. W.; Noyes, R. T.; Clary, B. I. 1989. Influence of temperature and duration on the trap capture of stored grain insect species. *Journal of Economic Entomology* 82: 967-973.
- Gitz, A.; Resende, A. C. D.; Neto, M. Y. D. 2002. Armadilhas com feromônio: uma armadilha auxiliar no manejo integrado de pragas, p. 595 - 605. In: Lorini, I., Miike, L. H., Scussel, V. (eds.). Armazenagem de grãos. 1ª edição, Instituto BioGeneriz: Campinas. 983 p.
- Guarianti, E. M. 1996. Qualidade industrial de trigo. 2ª edição. Embrapa Trigo: Passo Fundo – RS. 27 p.
- Guedes RNC, Dover BA and Kambhampati S, Resistance to chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl, and malathion in Brazilian and US populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Economic Entomology* 89: 27-32.
- Gutkoski, L. C.; Nodari, M. L.; Jacobsen Neto, R. 2003. Avaliação de farinhas de trigo cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoito. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 23: 91-97.
- Hagstrum, D. W. 1987. Seasonal variation of stored wheat environment and insects population. *Environmental Entomology* 16: 77-83.
- Hagstrum, D.W.; Flinn, P.W. 1992. Integrated pest management of stored-grain insects, p. 535-562. In: Sauer, D.B. (ed.). Storage of cereal grains and their products. 4th edition. American Association of Cereal Chemists: St. Paul. 615 p.
- Halstead, D. G. H. 1986. Keys for the identification of beetles associated with stored products. *Journal of Stored Product Research* 22: 163-203.
- Harein, P. H.; Las Casas, E. 1974. Chemical control of stored-grain insects and associated micro and macro-organisms, p. 232-291. In: Christensen, C. M. (ed.). Storage of cereal

- grains and their products. 2nd edition. American Association of Cereal Chemists: St. Paul. 265 p.
- Jood, S.; Kapoor, A. C.; Singh, R. 1996. Chemical composition of cereal grains as affected by storage and insect infestation. *Tropical Agriculture* 73: 161-164.
- Kulp, K. & Olewnik, M. C. 1989. Functionally of protein components of soft wheat flour in cookie applications, p. 371-388. In: Phillips, R. D. & Finley, J. M. (eds.). *Protein quality and the effects of processing*. Food Science and Technology: New York. 397 p.
- Lazzari, F. A. 1997. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. Edição do autor, Curitiba - PR. 134 p.
- Lazzari, F. A. 2001. Exigências de qualidade do milho para moagem, rações e silagem, p. 120-134. In: *Anais do Congresso Valorização da Produção e Conservação de Grãos no Mercosul*. Londrina – PR.
- Lippert, G. E.; Hagstrum, D. W. 1987. Detection or estimation of insect population in bulk stored wheat with probe traps. *Journal of Economic Entomology* 80: 601-604.
- Lorini, I. 2001. Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados. Embrapa Trigo: Passo Fundo – RS. 80 p.
- Loschiavo, S. R. & Atkinson, J. M. 1973. An improved trap to detect beetles in stored grain. *Canadian Entomologist* 105: 437-440.
- MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento). 2006. Disponível em: <www.agricultura.gov.br> Acesso em: 7/01/2007
- Paula, M. C. Z. 2001. Manutenção da qualidade do arroz armazenado: monitoramento e controle de insetos. Tese de Doutorado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 74 p.
- Pereira, P. R. V. S. 1994. Comparação entre métodos para detecção de coleópteros adultos (Insecta: Coleoptera) e ocorrência de fungos em trigo armazenado. Dissertação de Mestrado em Entomologia, Departamento de Zoologia, UFPR, Curitiba, 96 p.
- Pereira, P. R. V. S.; Lazzari, F. A.; Lazzari, S. M. N. 2000. Insect monitoring outside grain storage facilities in southern Brazil, p. 1534-1536. In: *Proceedings 7th International Working Conference on Stored-product Protection, Beijing – China, V. 2, 2003* p.
- Perez-Mendonça, J.; Throne, J. E.; Maghirang, E. B.; Dowell, F. E.; Baker, J. E. 2005. Insect fragments in flour: relationship to Lesser Grain Borer (Coleoptera: Bostrichidae) infestation level in wheat and rapid detection using near-infrared spectroscopy. *Journal of Economic Entomology* 98: 2282 – 2291.

- Perten, H. 1967. Factors influencing falling number values. *Cereal Science Today* 12: 516-519.
- Pinniger, D. B. 1990. Food baited traps: past, present and future. *Journal of the Kansas Entomological Society* 63: 533-538.
- Pomeranz, Y. 1987. *Modern Cereal Science and Technology*. VHC Publishers: New York. 486 p.
- Preston, K. R. & Kilborn, R. H. 1984. Dough rheology and the farinograph, p. 38-42. In: D'Appolonia, B. L. & Kunerth, W. H (eds). *The farinograph handbook*. 3th edition. American Association of Cereal Chemists: St. Paul. 64 p.
- Pyler, E. J. 1988. Physical and chemical test methods, p. 850-910. In: Pyler, E. J. (ed.). *Baking Science & Technology*. 3th edition, Sosland Publishing Company: Kansas City. 1359 p.
- Rao, G. V.; Rao, P. H. 1993. Methods for determining rheological characteristics of doughs: a critical evaluation. *Journal of Food Science Technology* 30: 77-87.
- Rasper, V. F. 1991. Quality evaluation of cereal and cereal products, p. 595-638. In: Lorenz, K. J. & Kulp, K. (eds). *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker: New York. 808 p.
- Reed, C.; Wright, V. F.; Pedersen, J. R.; Anderson, K. 1989. Effects of insect infestation of farm stored wheat on its sale price at county and terminal elevators. *Journal of Economic Entomology* 82: 1254-1261.
- Rees, D. P. 1985. Review of the response of stored product insects to light of various wavelengths, with the particular reference to the design and use of light traps for population monitoring. *Tropical Science* 25: 197-213.
- Santos, J. P. 1993. Perdas causadas por insetos em grãos armazenados, p. 9-22. In: *Anais do Simpósio de Grãos Armazenados*. Passo Fundo - RS.
- SEAB-PR (Secretaria de Abastecimento do Paraná). 2006. Disponível em: <www.pr.gov.br/seab> Acesso em 7/01/2007
- Scheeren, P. L. & Miranda, M. Z. 1999. Trigo brasileiro tem nova classificação: Novos critérios adotados a partir da safra de 1999. *Comunicado Técnico On line n°13*. Embrapa Trigo: Passo Fundo – RS.
- Sinha, R. N. 1995. The stored grain ecosystem, p. 1-54. In: Jayas, D.S.; White, N.D.G.; Muir, W. E. (eds). *Stored-grain ecosystems*. Marcel Dekker: New York. 757 p.
- Subramanyam, Bh. & Hagstrum, D. W. 1995. *Integrated management of insects in stored products*. Marcel Dekker: New York. 426 p.

Throne, J. E. & Cline, L. D. 1994. Seasonal flight activity and seasonal abundance of selected stored-product Coleoptera around grain storages in South America. *Journal of Agricultural Entomology* 11: 321-338.

USDA. 2006. Disponível em: <www.usda.gov> Acesso em: 07/01/2007

Vargas, C. H. B. & Almeida, A. A. 1996. Comparação de métodos para pesquisa de sujidades leves e verificação das condições higiênicas de farinhas de trigo especial, p. 65-76. Boletim CEPPA. Curitiba - PR.

ANEXOS

1. Tabela de Temperatura e Umidade do Ambiente

2. Tabela de Temperatura da Massa de Grãos

3. Tabela de aeração (horas)

Tabela de temperatura e umidade do ambiente

Data	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)
18/01/2005	24	86
28/01/2005	21	77
10/02/2005	26	57
25/02/2005	27	77
12/03/2005	25	59
26/03/2005	23	59
15/04/2005	21	78
29/04/2005	16	84
13/05/2005	24	67
02/06/2005	17	76
27/06/2005	12	80
13/07/2005	17	62
29/07/2005	22	64
15/08/2005	9	53
31/08/2005	22	72
15/09/2005	12	85
06/10/2005	15	88
24/10/2005	20	84
07/11/2005	17	80
25/11/2005	19	90
09/12/2005	25	75
23/12/2005	27	81
25/01/2006	18	92
28/02/2006	18	91

Tabela de temperatura (°C) da massa de grãos

Data	Silo 5	Silo 14	Silo 15
18/01/2005	17	13	13
28/01/2005	17	14	14
10/02/2005	17	14	14
25/02/2005	17	14	15
12/03/2005	18	15	15
26/03/2005	18	16	16
15/04/2005	19	16	16
29/04/2005	20	16	17
13/05/2005	20	17	18
02/06/2005	21	18	19
27/06/2005	21	18	19
13/07/2005	22	18	19
29/07/2005	22	18	19
15/08/2005	23	18	19
31/08/2005	23	18	20
15/09/2005	23	18	20
06/10/2005	23	19	21
24/10/2005	24	19	22
07/11/2005	24	21	22
25/11/2005	25	21	22
09/12/2005	27	22	22
23/12/2005	27	22	22
25/01/2006	28	22	22
28/02/2006	28	23	23

Anexo 3

Tabela de aeração (horas)

Silo 5 Trigo Misto

Período	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade rel. mínima (%)	Umidade rel. máxima (%)	Tempo de aeração (hrs)
Dez/04 – Mar/05	18	31	73	90	-
01/04 – 30/04/05	15	28	65	84	01:40
01/05 – 31/05/05	14	24	66	93	08:44
01/06 – 30/06/05	11	23	60	80	36:57
01/07 – 31/07/05	4	23	54	81	78:24
01/08 – 31/08/05	0	22	51	75	84:34
01/09 – 30/09/05	4	26	62	88	120:50
01/10 – 31/10/05	12	27	64	89	120:50
01/11 – 30/11/05	12	27	72	91	129:10
01/12 – 31/12/05	17	27	74	94	129:10
01/01 – 31/01/06	18	31	75	93	129:10
01/02 – 28/02/06	18	33	76	93	129:10

Silo 14 Trigo CD105

Período	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade rel. mínima (%)	Umidade rel. máxima (%)	Tempo de aeração (hrs)
Dez/04 – Mar/05	18	31	73	90	-
01/04 – 30/04/05	15	28	65	84	12:26
01/05 – 31/05/05	14	24	66	93	28:31
01/06 – 30/06/05	11	23	60	80	37:57
01/07 – 31/07/05	4	23	54	81	90:52
01/08 – 31/08/05	0	22	51	75	105:57
01/09 – 30/09/05	4	26	62	88	147:48
01/10 – 31/10/05	12	27	64	89	147:48
01/11 – 30/11/05	12	27	72	91	147:48
01/12 – 31/12/05	17	27	74	94	147:48
01/01 – 31/01/06	18	31	75	93	147:48
01/02 – 28/02/06	18	33	76	93	148:12

Silo 15 Trigo Misto

Período	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade rel. mínima (%)	Umidade rel. máxima (%)	Tempo de aeração (hrs)
Dez/04 – Mar/05	18	31	73	90	-
01/04 – 30/04/05	15	28	65	84	02:51
01/05 – 31/05/05	14	24	66	93	05:25
01/06 – 30/06/05	11	23	60	80	10:11
01/07 – 31/07/05	4	23	54	81	50:17
01/08 – 31/08/05	0	22	51	75	63:29
01/09 – 30/09/05	4	26	62	88	105:59
01/10 – 31/10/05	12	27	64	89	105:59
01/11 – 30/11/05	12	27	72	91	105:59
01/12 – 31/12/05	17	27	74	94	105:59
01/01 – 31/01/06	18	31	75	93	105:59
01/02 – 28/02/06	18	33	76	93	106:24

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de rastreabilidade estudados nesta pesquisa foram direcionados basicamente para a avaliação das etapas e processos a partir do recebimento dos lotes de grãos nas cooperativas. Alguns lotes, uma vez preservada sua identidade, puderam ser acompanhados até o processamento do produto final na indústria e outros, como foi o caso do milho alto óleo, até o consumo. Com o registro das informações, foi possível administrar o fluxo dos lotes de grãos armazenados, visando assegurar que os processos aplicados fossem adequados para manter a identidade dos lotes, a qualidade e a segurança alimentar do consumidor.

No setor de grãos, o crescimento da demanda por produtos com atributos diferenciados, altamente especializados, está beneficiando as empresas e cooperativas que dispõem do sistema de rastreabilidade. A resposta rápida a qualquer problema com os produtos aumenta a confiabilidade dos consumidores. Hoje o comércio é globalizado e um lote produzido em uma região do mundo pode estar sendo consumido em vários locais diferentes. Na hipótese de um destes lotes conter qualquer tipo de contaminação de ordem biológica, química ou mesmo física poderia ocorrer um surto que extrapolaria as dimensões continentais.

Neste estudo, foram encontrados diversos entraves para se estabelecer sistemas de identidade preservada e rastreabilidade em grãos. As unidades de armazenamento da maioria das cooperativas são predominantemente do tipo graneleiros e silos de grande capacidade, que revelam baixa estrutura de segregação de grãos diferenciados. Mesmo no caso das cooperativas estudadas, as quais podem ser consideradas como modelos no setor, ainda não dispõem de muitos silos que permitam segregar qualidade, especialmente de pequenos lotes, quando necessário.

Além disso, no Brasil, a baixa capacidade de armazenamento de grãos, na fazenda, (aproximadamente 9%) dificulta a movimentação separada de grãos diferenciados. O mercado de grãos ainda está baseado nas *commodities*, onde as características principais são grandes volumes, baixos custos, baixo padrão de qualidade e alta flexibilidade de compra. De uma forma geral, a rede de armazenamento brasileira não revela as condições ideais para a implantação de sistemas de identidade preservada, que representa uma importante estratégia para manter acesso aos principais mercados importadores de grãos.

As cooperativas estão mudando, aos poucos, em função da exigência dos mercados compradores. Está havendo mudanças no relacionamento entre empresas e fornecedores de grãos.

No estudo com milho alto óleo, por exemplo, verificou-se a importância de um grão especial na formulação de ração para frangos de corte. Um grão especializado garante benefícios e rendimento extra para a indústria que processa um grão dentro das suas necessidades. Se fosse utilizar um milho comum, o volume utilizado na ração deveria ser superior para garantir os mesmos níveis de proteína conseguidos com o milho alto teor de óleo. No estudo com milho *waxy* também se verificou a importância da segregação de um milho especial. A indústria exige o milho com 99% de amilopectina, conseguido apenas com o híbrido *waxy*. No caso do trigo, a segregação por classes garante maior qualidade da farinha utilizada na panificação para produtos muito específicos e qualidades distintas. A farinha utilizada para a fabricação de pão francês, por exemplo, é muito diferente daquela utilizada para a fabricação de biscoitos.

A tendência de segregação de produtos implica na necessidade de adaptações e alterações na forma de governança, via mercado, até então predominante. A preservação da identidade também pode implicar no aumento de custos durante todas as fases da cadeia produtiva. Em todas as fases dos processos é necessário o comprometimento das pessoas envolvidas, desde o campo, passando pelos armazenadores até a indústria. Os funcionários precisam de treinamento adequado e principalmente receber instruções práticas para esse novo padrão de mercado.

Identificou-se neste trabalho, também, que o registro das estratégias de monitoramento e controle de insetos são fundamentais para o sucesso de um programa de manejo e do sistema de rastreabilidade, contribuindo para a qualidade do produto final.

Uma das contribuições deste trabalho foi de adaptar o conceito de rastreabilidade, já incorporado na prática operacional de outros setores produtivos, no contexto da cadeia produtiva de grãos dentro de uma perspectiva sistêmica. Sendo um dos requisitos padrões de qualidade, o conceito de rastreabilidade foi sendo construído a partir da identificação de outros elementos utilizados para sinalizar a qualidade de um produto para o consumidor e para os agentes responsáveis pelo processo de produção. À medida que o tema rastreabilidade vai sendo combinado com a tecnologia da informação, amplia-se mais ainda a dimensão do conceito, melhorando o entendimento da relação que existe entre a rastreabilidade e o registro dos processos da cadeia produtiva.

Com o desenvolvimento do software Rastreabilidade de Grãos é possível gerar uma base de dados com grande número de informações, com disponibilidade e acessibilidade *on line* garantidas a qualquer momento, porque, neste contexto, a informação é ao mesmo tempo matéria-prima e produto final da rastreabilidade. Ajustes deverão ser feitos após testes e questionários em diversas cooperativas, para proceder à validação e patenteamento deste software.

O grande desafio nesse processo é coordenar pessoas e organizações. Quem tem mentalidade dentro do padrão *commodity* precisa abandonar a média para adotar a precisão. Precisa abrir mão da independência e trabalhar com visão sistêmica, com interdependência. As condições estruturais, culturais e tecnológicas dos principais atores dos sistemas agroindustriais são muito diferentes. Acordos sobre o que são informações importantes sobre alimento seguro, redefinições de padrões, disposição para adaptação a novos processos e mudanças de expectativas são requisitos básicos.

Essa mudança de mentalidade percorre toda a cadeia produtiva, desde a indústria de sementes – responsável por importantes inovações tecnológicas – até o consumidor final, cada vez mais exigente quanto a questões relacionadas à segurança do alimento e práticas agrícolas sustentáveis.

A expectativa é que, em um futuro próximo, a rastreabilidade de grãos possa ser encarada como uma prática realmente vantajosa para os produtores, cooperativas e processadores do nosso país. Mais importante ainda é que a adesão da grande maioria resulte na manutenção e abertura de novos mercados, da percepção de um maior valor agregado e da fidelização de consumidores a um produto que satisfaça aspectos desejáveis no que se refere a um alimento seguro.