

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**“APLICAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA NA DESINFESTAÇÃO DE RAÇÕES À
BASE DE GRÃOS PARA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS DOMÉSTICOS”**

AMANDA CRISTINA OLIVEIRA RAMOS

**Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações.**

**Orientador:
Dr. Valter Arthur**

São Paulo

2009



Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**“APLICAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA NA DESINFESTAÇÃO DE RAÇÕES À
BASE DE GRÃOS PARA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS DOMÉSTICOS”**

AMANDA CRISTINA OLIVEIRA RAMOS

**Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações.**

**Orientador:
Dr. Valter Arthur**

São Paulo

2009

Á minha saudosa mãe Auda (*in memoriam*)
pelo seu amor, dedicação e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - CAPES pela bolsa concedida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Valter Arthur por ter acreditado em mim, incentivo, sobre tudo pela gentileza e presteza com que me orientou.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN pela oportunidade de realização profissional e apoio no desenvolvimento do trabalho.

Aos engenheiros Elizabeth Somessari Ribeiro e Carlos Gaia da Silveira, do Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN, pela gentileza e auxílio no processo de irradiação de amostras.

Ao Instituto Biológico de São Paulo pela oportunidade e apoio em todas as etapas deste trabalho.

Ao pesquisador científico do Instituto Biológico Dr. Marcos Roberto Potenza, pelo constante incentivo, confiança, paciência e sugestões.

Ao pesquisador científico do Instituto Biológico Msc. João Justi Junior pelo incentivo, amizade e sugestões.

Ao técnico do Instituto Biológico Edvaldo José de Almeida pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho e pela amizade.

Ao Dr. Roberto Nakashima da CEAGESP Unidade Graneleira de Tatuí/SP pela oportunidade da coleta dos insetos da espécie *Plodia interpunctella*.

Aos amigos Andrea Ramos, Carolina Macedo, Fabrício Caldeiras, Fabrício Machado Tadashi, Ivan Alejandro, Juliana Zuquer, Leonardo Polido, Rafael Gonçalves, Renata Souza Leão, Talita Vieira Mikola e Tayana Candido, obrigada a vocês por acreditarem em mim. Estou mais agradecida do que sou capaz de dizer.

A minha família pelo constante incentivo e apoio.

Ao meu marido Sergio Akira Koike pela dedicação e incentivo.

A todos que não foram citados, porém, diretamente ou indiretamente, colaboraram para esse trabalho.

***“Não é aquele que lhe diz injúrias quem ultraja você,
mas sim a opinião que você tem dele “***

Epitecto

“APLICAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA NA DESINFESTAÇÃO DE RAÇÕES À BASE DE GRÃOS PARA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS DOMÉSTICOS”

AMANDA CRISTINA OLIVEIRA RAMOS

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos realizar um levantamento para identificar a entomofauna associada a rações na cidade São Paulo/SP bem como avaliar o efeito da radiação gama em rações para alimentação de animais domésticos infestadas por pragas. Amostras de 20 lojas “Pet Shop” de diferentes regiões da cidade São Paulo/SP foram submetidas a triagens de 1 e 45 dias para coleta de insetos com auxílio de aspirador entomológico e peneiras de diferentes granulometrias. As espécies *Sitophilus zeamais*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Lasioderma serricorne* e *Oryzaephilus* sp. apresentaram maior frequência. Na avaliação dos efeitos da radiação gama utilizamos amostras de grãos de milho, sementes de girassol e mistura para roedores infestadas com insetos adultos das espécies *Sitophilus zeamais*, *Lasioderma serricorne* e *Plodia interpunctella*, após o período de 7 a 10 dias foram retirados os insetos e as amostras submetidas a doses crescentes de radiação gama. As espécies *Sitophilus zeamais* e *Lasioderma serricorne* foram submetidas as doses de 0,25 a 1,50kGy e a espécie *Plodia interpunctella* a doses de 0,10 a 2,0kGy. Decorridos 40 dias após irradiação avaliou-se o número de insetos emergidos. Os resultados dos bioensaios com *Sitophilus zeamais* como com *Lasioderma serricorne* demonstraram que doses a partir de 0,5 kGy foram suficientes para causar letalidade dos ovos e larvas recém emergidas. Os resultados com a *Plodia interpunctella* a partir de 1,50 kGy, não emergiram insetos adultos, concluindo-se que essas doses foram suficientes para causar letalidade dos ovos e larvas.

"APPLICATION OF GAMMA RADIATION ON DISINFESTATION FEED GRAIN-BASED FOOD FOR DOMESTIC ANIMALS"

AMANDA CRISTINA OLIVEIRA RAMOS

ABSTRACT

This study aimed to realize a survey to identify the associated insects to feed the city São Paulo / SP and also to assess the effect of gamma radiation on food ration for domestic animals infested by pests. Samples of 20 stores, "Pet Shop" in different regions in São Paulo / SP were subjected to trials of 1 and 45 days for collection of insects with the aid of plastic tray and screens of different sizes. The species *Sitophilus zeamais*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Lasioderma serricorne* and *Oryzaephilus* sp. showed a higher frequency. In assessing the effects of gamma radiation we used samples of maize, sunflower seeds and mix for rodents infested with adults of the species *Sitophilus zeamais*, *Lasioderma serricorne* and *Plodia interpunctella*, after the period of 7 to 10 days the insects were removed and samples subjected to increasing doses of gamma radiation. The species *Sitophilus zeamais* and *Lasioderma serricorne* subjected doses from 0,25 to 1,50 kGy and species *Plodia interpunctella* doses from 0,10 to 2,0 kGy. After 40 days of irradiation was evaluated the number of insects emerged. The results of bioassays with *Sitophilus zeamais* and with *Lasioderma serricorne* demonstrated that doses starting at 0,5 kGy was sufficient to cause mortality of eggs and newly emerged larvae. The results with *Plodia interpunctella* from the 1,5 kGy, hasn't emerged adult insects, concluding that these doses were sufficient to cause mortality of eggs and larvae.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
3 REVISAO DA LITERATURA	15
3.1 Mercado brasileiro e mundial de Pet Food.....	15
3.1.1 Legislação.....	18
3.2 Irradiação de alimentos.....	19
3.2.1 Radiação gama.....	23
3.3 Pragas de produtos armazenados.....	25
3.3.1 Aspectos bioecológicos de <i>Sitophilus zeamais</i>	29
3.3.2 Aspectos bioecológicos de <i>Plodia interpunctella</i>	30
3.3.3 Aspectos bioecológicos de <i>Lasioderma serricorne</i>	32
3.4 Métodos de Controle.....	33
3.4.1 Método químico.....	33
3.4.2 Método Físico.....	37
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 Levantamento da entomofauna de rações a base de grãos.....	38
4.1.2 Coleta das amostras.....	38
4.1.3 Identificação das pragas.....	40
4.2 Criação de Insetos.....	40
4.3 Desinfestação de rações a base de grãos.....	43
4.3.1 Bioensaios com <i>Sitophilus zeamais</i>	44
4.3.2 Bioensaios com <i>Lasioderma serricorne</i>	45
4.3.3 Bioensaios com <i>Plodia interpunctella</i>	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1 Levantamento da entomofauna de rações a base de grãos.....	49
5.1.1 Grãos de Milho.....	49
5.1.2 Mistura para roedores.....	52
5.1.3 Sementes de Girassol.....	55
5.1.4 Parasitas e Predadores.....	57

5.2. Desinfestação de rações a base de grãos	57
5.2.1 Bioensaios com <i>Sitophilus zeamais</i>	58
5.2.2 Bioensaios com <i>Lasioderma serricorne</i>	59
5.2.3 Bioensaios com <i>Plodia interpunctella</i>	60
6 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1. Doses e seus efeitos da radiação gama.....	24
TABELA 2. Temperaturas ótimas e mínimas (°C) para o desenvolvimento de alguns das principais pragas de grãos armazenados.....	28
TABELA 3. Principais inseticidas com base na legislação.....	35
TABELA 4. Resistência* a inseticidas nas principais espécies de pragas de produtos armazenados no Brasil.....	36
TABELA 5. Quantidade utilizada de substrato por amostra.....	43
TABELA 6. Taxa de dose.....	48
TABELA 7. Número total de insetos* encontrados em grãos de milho proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.....	50
TABELA 8. Número total de insetos* (45 dias) encontrados em grãos de milho proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.....	51
TABELA 9. Número total de insetos* encontrados em mistura para roedores proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.....	52
TABELA 10. Número total de insetos* (45 dias) encontrados em mistura para roedores proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.....	53
TABELA 11. Número total de insetos* encontrados em sementes de girassol proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.....	55
TABELA 12. Número total de insetos* (45 dias) encontrados em sementes de girassol proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.....	56
TABELA 13. Inimigos naturais identificados nas amostras de grãos de milho, sementes de girassol e mistura para roedores, proveniente de em lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.....	57
TABELA 14. Emergência média de adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> , provenientes das amostras de grãos milho irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 2009.....	58
TABELA 15. Emergência média de adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> , provenientes das amostras de mistura para roedores, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 2009.....	58
TABELA 16. Emergência média de adultos de <i>Lasioderma serricorne</i> , provenientes das amostras de mistura para roedores, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 2009.....	59
TABELA 17. Emergência média de adultos de <i>Plodia interpunctella</i> , provenientes das amostras de sementes de girassol, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 2009.....	60
TABELA 18. Emergência média de adultos de <i>Plodia interpunctella</i> , provenientes das amostras de grãos de milho, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 2009.....	61
TABELA 19. Emergência média de adultos de <i>Plodia interpunctella</i> , provenientes das amostras de sementes de girassol, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 2009.....	61

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 Mercado Mundial de Alimentos para animais de estimação.....	15
FIGURA 2 Produção Nacional de Alimentos para animais de estimação...	16
FIGURA 3 Utilização Mundial da Irradiação de alimentos.....	22
FIGURA 4 Radura: Símbolo internacional para alimentos irradiados	23
FIGURA 5 Inseto adulto da espécie <i>Sitophilus zeamais</i>	29
FIGURA 6. Inseto adulto de <i>Plodia interpunctella</i>	31
FIGURA 7. Inseto adulto de <i>Lasioderma serricorne</i>	32
FIGURA 8. Amostragem das rações coletadas.....	39
FIGURA 9. Amostras em sala climatizada	39
FIGURA 10. Insetos coletados.....	40
FIGURA 11. Criação da espécie <i>Sitophilus zeamais</i> em milho.....	41
FIGURA 12. Criação da espécie <i>Lasioderma serricorne</i> em pão seco.....	42
FIGURA 13. Criação da espécie <i>Plodia interpunctella</i> em farinha de milho	42
FIGURA 14. Bioensaios em sala climatizada.....	44
FIGURA 15. Bioensaios com <i>Sitophilus zeamais</i>	45
FIGURA 16. Bioensaios com <i>Lasioderma serricorne</i>	46
FIGURA 17. Bioensaios com <i>Plodia interpunctella</i>	47

1 INTRODUÇÃO

O segmento de alimentos para animais de estimação está em franca expansão, assim como todo o mercado destinado a animais, com grande destaque para o mercado nacional.

Segundo a AnfalPet – Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação, o gasto médio do brasileiro com produtos e serviços é de R\$ 390,00 per capta/ano (alimentos, insumos farmacêuticos, acessórios e serviços) totalizando R\$ 16 bilhões anuais de faturamento. Em 2008, o faturamento do segmento de alimentação chegou a R\$ 3,2 bilhões.

O Sindirações – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (2009) afirma que a produção brasileira é uma das maiores do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos.

Entre os alimentos comercializados para pequenos e médios animais, os chamados *pet food*, encontramos o mix de cereais, constituídos por sementes, cereais secos e legumes na forma inteira ou processada; alimentos extrusados¹; farinhadas; sementes de girassol; milho; alpiste dentre outros. Estes alimentos são extremamente suscetíveis ao ataque de pragas (Haines e Pranata, 1982).

As pragas de produtos armazenados têm grande importância nesse segmento e consistem em um problema permanente nos *Pet Shops*, causando diversos prejuízos e danos de ordem quantitativa e qualitativa, como contaminação por fungos, perda de mercado, peso e valor nutritivo.

Normalmente pragas como carunchos, besouros e traças infestam produtos armazenados tais como: grãos, sementes, farinhas, café, chocolate, fumo, rações animais, especiarias, plantas desidratadas e frutas secas.

¹ Alimento fabricado através do emprego de alta pressão e temperatura.

Devido às perdas econômicas que podem provocar, destacam-se as pragas: *Lasioderma serricorne*, *Plodia interpunctella*, *Ephestia* spp, *Corcyra cephalonica*, *Sitotroga cerealella*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus* spp e *Rhyzopertha dominica*, (Pacheco e Paula, 1995).

Algumas medidas de controle são adotadas visando solucionar as perdas e danos ocasionados por pragas como: boas práticas de armazenamento, monitoramento de insetos e tratamento químico (o mais utilizado), este por sua vez, causa alguns danos ao meio ambiente, além da resistência dos insetos aos princípios ativos utilizados na composição dos produtos químicos.

Devido a esses problemas, existe a necessidade de métodos de controle mais eficientes e com baixo custo, entre esses métodos, destaca-se o uso de radiações ionizante, processo este que consiste em irradiar os grãos com uma determinada dose de radiação, inibindo a reprodução, ou mesmo causando a morte dos insetos infestantes.

A primeira utilização de radiações ionizantes com resultados promissores no controle das pragas foi realizada por Runner (1916) que aplicou raios X para controlar a espécie de *Lasioderma serricorne* (F.).

No entanto, o grande avanço nesse tipo de pesquisa só ocorreu a partir de 1950, devido alguns fatores como: a descoberta da resistência de certas pragas aos produtos químicos e os problemas toxicológicos causados por estes produtos. O processo de irradiação pode solucionar esses tipos de problemas, uma vez que não induz o processo de resistência e nem deixa resíduos (Hossain et al., 1972; Arthur et al., 1973).

Contudo, a irradiação de alimentos, além de auxiliar no controle de pragas, também atua na conservação dos alimentos, trata-se de uma tecnologia moderna, limpa e avançada, tornando-se uma solução promissora para os atuais problemas do agronegócio mundial.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos:

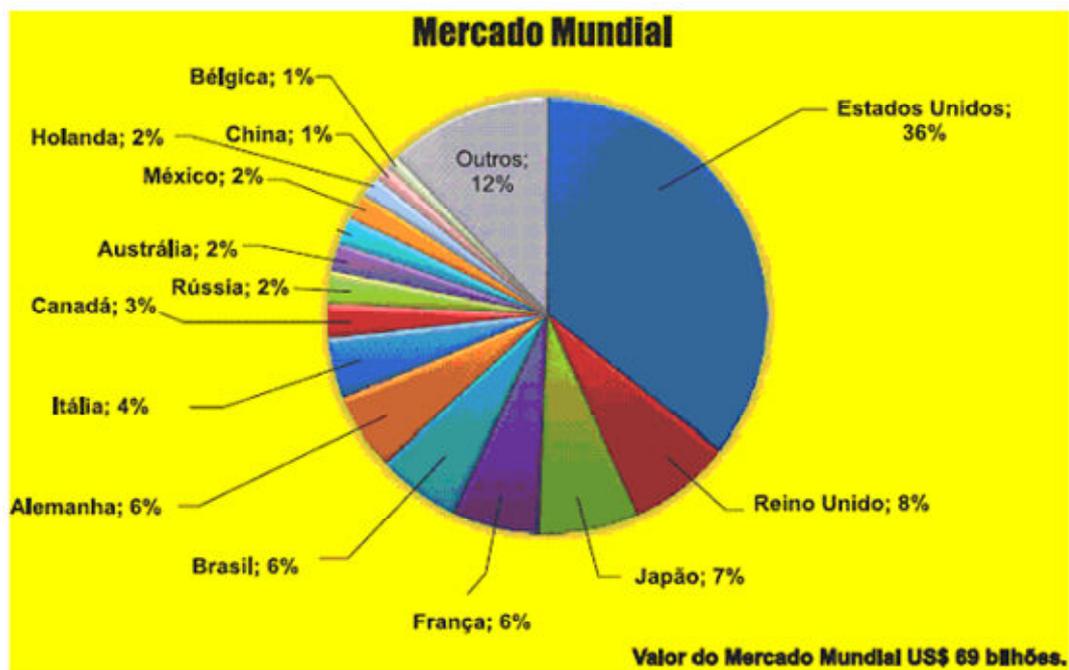
- ✓ Realizar um levantamento da entomofauna em rações à base de grãos, comercializados a granel.

- ✓ Avaliar a aplicação da radiação gama na desinfestação de rações à base de grãos, destinadas a alimentação de animais domésticos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Mercado brasileiro e mundial de *Pet Food*

O valor do mercado mundial de alimentos para animais é de US\$ 69 bilhões (FIG. 1). Atualmente o Brasil movimenta apenas 6% desse total, os líderes desse ranking são os Estados Unidos, respondendo por 36%, em segundo lugar está o Reino Unido com 8%, seguido pelo Japão com 7%. Empatados com Brasil estão Alemanha e França (AnfalPet, 2009).



Fonte: AnfalPet (2009)

FIGURA 1. Mercado Mundial de Alimentos para animais de estimação.

Nos últimos anos, a produção nacional de alimentos para animais de estimação vem apresentando crescimento de 20% ao ano, passando de 220 mil toneladas em 1994 para 1,78 milhões de toneladas em 2008, segundo dados da Sindirações, 2006 e AnfalPet, 2009 (FIG.2).

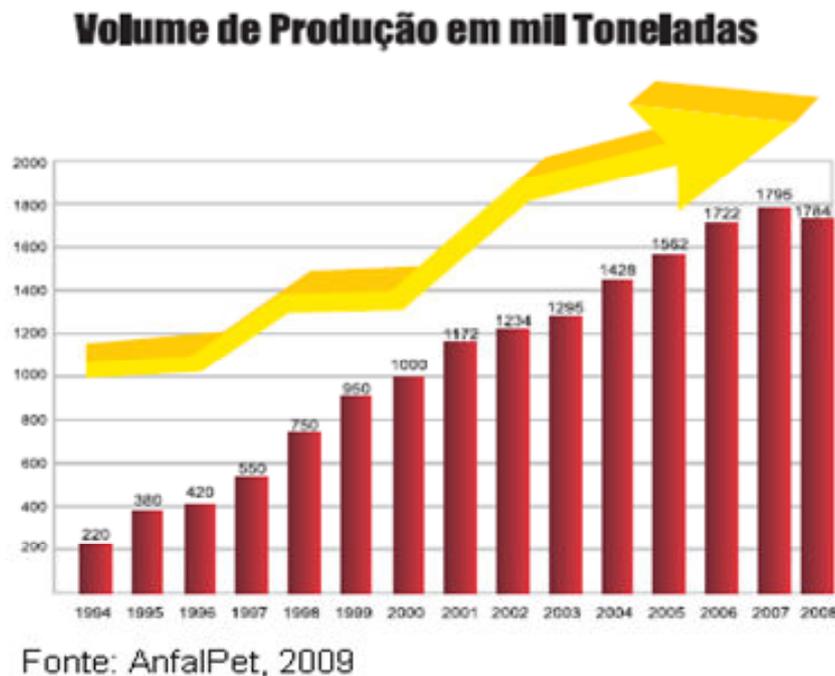


FIGURA 2. Produção Nacional de Alimentos para animais de estimação (2009)

Segundo a Sindirações (2006) o setor é o principal consumidor de grãos de milho, absorvendo 27,6 milhões de toneladas da produção nacional (65%), também é grande consumidor de farelo de soja, consumindo 9,0 milhões de toneladas (40%). O mercado nacional de alimentos é liderado, em faturamento, pelos segmentos de animais de estimação e de eqüinos.

O potencial de consumo brasileiro de *Pet Food* é de 4,11 milhões de toneladas/ano, considerado o terceiro maior mercado do mundo. O consumo está mais concentrado nas classes A e B da sociedade, sendo que a região sudeste

responde por 43%, a nordeste por 28%, a sul por 15%, centro-oeste e norte por 7% (Herbário, 2006; AnfalPet, 2007).

Alguns estudos da AnfalPet apontam 100 mil pontos de vendas de produtos direcionados à animais domésticos no Brasil, deste total, 40 mil são *Pet Shop* (lojas especializadas em produtos e serviços para animais de pequeno e médio porte), em 2005, este número era de apenas 9 mil.

A perspectiva para 2009, em relação ao faturamento do Mercado Nacional de Pet, de acordo com AnfalPet, é de R\$ 9,1 bilhões, sendo o setor de alimentos responsável por 65%, de serviços por 21%, acessórios e equipamentos por 9% e medicamentos, produtos de higiene e embelezamento responde por 6%.

Em 2005, a AnfalPet e a ApexBrasil – Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimento firmaram um convênio de incentivo a exportação de produtos pet, criando o programa “Pet Products Brasil” que visa fomentar as exportações de pequenas e médias empresas nacionais do segmento, exportadoras ou com potencial. Os mercados alvos são Estados Unidos, Rússia, Japão, Itália, China e México (ApexBrasil, 2009; Pet Products Brasil, 2009).

No Brasil anualmente é realizada a “Pet South América”, trata-se da principal feira da América Latina direcionada aos mercados pet e veterinário. A 8ª edição do evento aconteceu na cidade de São Paulo, nos dias 22, 23 e 24 de julho de 2009 e recebeu mais de 26 mil visitantes de 43 países. Foram 260 expositores, que apresentaram novidades e tendências em saúde animal, alimentação, beleza e acessórios, assim como, tecnologia em equipamentos e tratamentos (Revista Pet Food Brasil, 2009).

Em relação à população brasileira de animais de estimação, temos a seguinte situação: 32 milhões de cães, 19,5 milhões de pássaros, 16 milhões de gatos, 7,5 milhões de peixes e 2 milhões de outros animais, esses números colocam o Brasil no segundo lugar em população de cães e gatos e no sétimo em animais de estimação (AnfalPet, 2009).

Inúmeras pesquisas evidenciam o carinho que muitos donos têm pelos seus animais de estimação, muitas vezes os considerando membros da família, o que vem justificar o crescimento expansivo do mercado.

3.1.1 Legislação

No Brasil não existe legislação específica para produtos destinados à alimentação de animais domésticos, apresentando apenas legislação relativa à inspeção e fiscalização.

A Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974, dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatória dos produtos destinados à alimentação animal, temos:

Art. 6º Todo estabelecimento que produza, fabrique, manipule, fracione, importe e comercie produto destinado à alimentação animal deve, obrigatoriamente, estar registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Art. 13. Todo produto destinado à alimentação animal, produzido no País ou importado, para ser comercializado deve, obrigatoriamente, estar registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A Portaria nº 7, de 09 de novembro de 1988, estabelece os padrões mínimos, das diversas matérias primas empregadas na alimentação animal.

A Instrução Normativa nº 1, de 13 de fevereiro de 2003, que trata das condições higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação de alimentos para animais, define como alimentos, substâncias aptas para o consumo animal, considerado como alimento que atende ao padrão de identidade e qualidade preestabelecido, nos aspectos higiênico-sanitários e nutricionais.

Referente à contaminação e desinfecção é definido que:

- ✓ Contaminação: presença de substâncias ou agentes estranhos de origem biológica, química ou física que sejam considerados nocivos ou não para saúde dos animais.
- ✓ Desinfecção: é a redução, por meio de agentes químicos ou métodos físicos adequados, do número de microorganismos no prédio, instalações, maquinários e utensílios, a um nível que não origine contaminação do alimento que será elaborado.

No requisito de controle de alimentos o responsável técnico deve usar metodologia apropriada de avaliação dos riscos de contaminação dos alimentos nas diversas etapas de produção, contidas no Regulamento, e intervir sempre que necessário, com vistas a assegurar alimentos aptos ao consumo dos animais e fica como responsabilidade do estabelecimento prover os instrumentos necessários para realização de tais controles.

3.2 Irradiação de alimentos

A irradiação de alimentos é o tratamento através de um determinado tipo de energia. O processo consiste em submetê-los (embalados ou a granel), a uma quantidade controlada de radiação, por um tempo determinado (ICGFI, 1999).

As radiações utilizadas nesse processo são: raios gama de alta energia, raios X e elétrons acelerados. Estas radiações também são classificadas de “radiações ionizantes”, pois sua energia é alta o suficiente para converter átomos e moléculas em íons pela remoção de elétrons (FAO/IAEA, 1999).

O Comitê da junta de especialistas sobre irradiação de alimentos formados pelos órgãos das Nações Unidas: *Food and Agriculture Organization* (FAO), *Agência Internacional de Energia Atômica* (AIEA), *Organização Mundial da Saúde* (OMS) e o Codex Geral de Padrões para Alimentos Irradiados, recomenda os seguintes tipos de radiação ionizante, considerados adequados para esse processo (DIEHL, 1990; IAEA, 1982):

Radiação gama originados de ^{60}Co e ^{137}Cs .

Raios-X com energias de até 5 MeV.

Elétrons com energias de até 10 MeV.

Os elétrons possuem pouca penetrabilidade nos alimentos em relação aos raios gama e os raios X. Os raios gama são extremamente penetrantes, enquanto os raios X são menos penetrantes e possui um baixo rendimento em sua produção, somente de 3 a 5% da energia aplicada é efetivamente convertida em raios X (Junior, et al., 2002; CENA, 2006).

As radiações empregadas no processamento de alimentos não possuem energia suficiente para provocar qualquer reação nuclear no alimento, e logo, não deixam resíduos radiativos após a irradiação. Por este motivo, o alimento submetido a esse tipo de radiação não se torna radiativo (IAEA/FAO/WHO, 1999).

O processo de irradiação é influenciado por alguns fatores externos como: temperatura, condição de armazenamento e presença ou não de oxigênio e por fatores intrínsecos do alimento: estado físico, densidade, umidade entre outras características. Por isso, para cada produto a ser irradiado são estabelecidos procedimentos específicos, inclusive diferentes doses de radiação (CENA, 2008).

A dose de radiação é a quantidade de energia absorvida pelo alimento que passa através dele durante o tratamento (FAO/IEAE, 1999; Mahapatra, 2005).

A dose é medida em Grays (Gy) ou quilograys (kGy), onde 1 Gray = 0,001 kGy = 1 joule de energia absorvida por quilograma de alimento irradiado (CENA, 2006).

Segundo o ICGFI, as doses aplicadas no processo de irradiação de alimentos são divididas em três categorias:

✓ Baixas doses (< 1kGy) – desinfestação de insetos e ácaros; inibição de brotamentos; retardo do amadurecimento e controle de parasitas.

- ✓ Doses intermediarias (1 a 10kGy) – Controle de microorganismos patogênicos; melhoramento das propriedades tecnológicas do alimento e redução da deterioração por microorganismos.
- ✓ Altas Doses (10 a 50kGy) – esterilização industrial dos alimentos duráveis.

De acordo com Arima (1998) o Comitê Misto de Especialistas da FAO e WHO estabeleceu, em 1980, que alimentos irradiados com doses de até 10 kGy são íntegros, ou seja, as alterações geradas nos alimentos resultantes do processo não representam qualquer perigo toxicológico a curto ou longo prazo. Sendo assim, os alimentos irradiados com doses até 10 kGy não necessitam de avaliação toxicológica ou nutricional (OMS, 1995).

Truswell (1987) comprovou que a irradiação não gera mutação microbiológica e as perdas nutricionais podem ser comparadas aos índices de perdas obtidas pelos métodos convencionais.

Segundo Loaharanu e Ahmed (1991) as vantagens da irradiação de alimentos são: redução de perdas no armazenamento; alto potencial de desinfestação de alimentos secos; pode ser aplicada no produto embalado; tratamento considerado a frio (alterações nas características químicas e físicas são mínimas ou ausentes); elimina o período de quarentena (ausência de resíduos), não induz a resistência das pragas, dentre outras.

Silva e Arthur (2004) argumentam que entre os tratamentos utilizados para desinfestação de grãos, a radiação gama vem destacando-se pela sua eficiência. O grão tratado pela radiação ionizante recebe a dose que inibe a reprodução ou provoca a morte dos insetos (Arthur, 1997).

A irradiação de alimentos é uma técnica em crescente expansão e utilizada em escalas comerciais pelo mundo. Inúmeras pesquisas científicas vêm comprovando a alta eficácia e vantagens da utilização da radiação gama no combate de pragas que atacam os locais de armazenamento.

Atualmente, cerca de 40 países aprovam e permitem a irradiação de alimentos, condimentos, grãos, frutas, vegetais e carnes de aves, bovinos e peixes (FIG. 3) (Spolaore et al.,2001; FAO/ IAEA, 1999).



FIGURA 3. Utilização Mundial da Irradiação de alimentos

Com aprovação da utilização da irradiação de alimentos nesses países, em 1983, adotou-se um padrão para alimentos irradiados. A Comissão do Codex Alimentarius, a FAO e a OMS – representando 150 governos – foram os responsáveis por editar e distribuir esses padrões, a fim de proteger a saúde do consumidor e facilitar o mercado internacional. (FAO/ IAEA, 1999).

No Brasil, a ANVISA aprovou a resolução RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001, “Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos”, que permite a irradiação de qualquer alimento, desde que não haja comprometimento das propriedades funcionais e sensoriais.

A resolução RDC nº 21 ainda estabelece que, quando o alimento irradiado é empregado como ingrediente em outro produto, deve ser mencionado na embalagem final com o símbolo da “radura” indicando que o alimento foi tratado por processo de irradiação (FIG.4).



Alimento tratado por processo de irradiação

Fonte: CENA, 2009

FIGURA 4. Radura: Símbolo internacional para alimentos irradiados

3.2.1 Radiação gama

Os raios gama são um tipo de radiação eletromagnética que resulta de uma redistribuição das cargas elétricas em um núcleo. Um raio gama é um fóton de alta energia emitido pelo núcleo de alguns átomos. A única coisa que distingue um raio gama dos fótons de luz visível emitidos por uma lâmpada é o comprimento de onda. O comprimento de onda de um raio gama é centenas de milhares de vezes menores que o da luz visível, portanto a frequência é centenas de milhares de vezes maior (Junior et al., 2002; ABC da Física Nuclear, 2006).

De acordo com a *Empresa Brasileira de Radiações* (EMBRARAD) a radiação gama é utilizada em escala comercial mundial há mais de 40 anos e hoje conta com cerca de 150 plantas operacionais, e tem uma larga escala de utilização na indústria, como: esterilização de materiais médico-cirúrgico, laboratório, frascos, embalagens, desinfestação e conservação de alimentos armazenados, descontaminação de produtos, coloração de vidros e outras finalidades.

A irradiação de alimentos é baseada na absorção da energia da radiação gama, que consiste em uma radiação com a mesma característica física da luz visível, das ondas de rádio, de TV e, a quantidade de energia absorvida pode ser facilmente controlada de modo a se obter o efeito desejado. A interação da radiação se processa em nível molecular (Mello, 2000).

A irradiação com raios gama apresenta algumas vantagens em relação aos outros métodos na conservação dos alimentos, pois tem uma alta energia e grande penetração e letalidade devido sua ação em nível celular. Sua penetração é instantânea, uniforme e profunda (Franco e Landgraf, 1996; Hobbs e Roberts, 1998).

Na TABELA 1 estão descritos os tipos de alimentos e efeitos provocados pela radiação gama.

TABELA 1. Doses e seus efeitos da radiação gama

TIPO DE ALIMENTO	DOSE EM kGy	EFEITO
Carne, frango, peixe, mariscos, alguns vegetais, alimentos preparados	20 - 70	Esterilização. Os produtos tratados podem ser armazenados à temperatura ambiente.
Especiarias e frutas	8 - 30	Reduz o número de microorganismo e mata os insetos
Carne, frango e peixe	1 - 10	Retarda a deterioração, mata alguns tipos de bactérias patogênicas (Salmonela).
Morango e outras frutas	1 - 4	Aumenta o tempo de prateleira, retarda o aparecimento de mofo.
Grãos, frutas e vegetais	0,1 - 1	Mata insetos ou evita sua reprodução. Pode substituir parcialmente os fumigantes
Banana, abacate, manga, mamão e outras frutas	0,25 - 0,35	Retarda a maturação.
Carne de porco	0,08 - 0,15	Inativa a <i>Trinchinela</i> .
Batata, cebola e alho	0,05 - 0,15	Inibe o brotamento

Fonte: Adaptado do site: ABC da Física Nuclear (2006).

Conforme Ahmed (2001) a desinfestação da maioria dos alimentos secos, através da irradiação, pode ser alcançada com doses muito baixas (até 1 kGy), porém, a sensibilidade a radiação, varia conforme a ordem do inseto, como para estágios de desenvolvimento da mesma espécie de inseto.

Segundo a EMBRARAD (2008) a utilização da radiação gama é economicamente viável para grandes ou pequenas quantidades de alimentos, o processo é realizado na embalagem final do produto, totalmente automatizado, não necessita quarentena (não deixa resíduo), permite o consumo imediato do alimento após o término do processo, fácil validação e monitoração, o único fator variável é o tempo.

3.3 Pragas de produtos armazenados

Segundo Periotto (2001) praga é qualquer espécie, biótipo ou raça de animal, vegetal ou outro agente patogênico nocivo aos vegetais e seus subprodutos, enquanto, as pragas quarentenárias são aquelas com importância econômica para o local, onde ainda não está presente ou caso esteja, não se encontra largamente distribuída e é oficialmente controlada.

A condição de praga de uma população de insetos depende da abundância de indivíduos, assim como o tipo de perda ou danos causados pelos insetos em produtos armazenados (Gullan e Cranston, 1994).

Os produtos armazenados podem ser atacados por pragas que provocam danos diretos como redução do valor nutricional, redução do poder germinativo (grãos), perda de peso e danos indiretos como desvalorização comercial (Ferreira, 1990; Gallo et al., 2002).

A FAO estima que as perdas mundiais de grãos estejam na ordem de 10% da produção total, devido ao ataque de pragas. Segundo Campos (2005) no Brasil, 20% da produção anual de grãos que está em torno de 120 milhões de

toneladas, perde-se entre a colheita e o armazenamento e 10% dessas perdas, ocorrem devido ao ataque de insetos.

De acordo com Fontes e colaboradores (2003), as perdas causadas pelos insetos, durante o armazenamento, podem equivaler ou mesmo superar as perdas do campo.

Os insetos que normalmente atacam e danificam os produtos armazenados pertencem à ordem Coleoptera (carunchos, besouros e gorgulhos) e a ordem Lepidoptera (mariposas e traças) compreendendo as espécies de maior importância como pragas, pois são causadoras de danos significativos aos produtos (Crowson, 1986; Campos, 2005 ; Pacheco e Paula, 1995).

Segundo Gallo e colaboradores (2002) os coleópteros adultos (carunchos, besouros e gorgulhos) são insetos de tamanho pequeno e possuem o primeiro par de asas (élitros) muito resistentes, devido a essa característica, conseguem se movimentar em espaços reduzidos da massa armazenada. Já os lepidópteros adultos (mariposas e traças) são insetos maiores e possuem dois pares de asas membranosas bem menos resistentes que os élitros, por isso não conseguem movimentar-se bem na massa armazenada, ficando sua ação restrita às superfícies.

Esses insetos são cosmopolitas, ou seja, podem ser encontradas no mundo inteiro, são propagadas através dos próprios alimentos ou meios de transportes por todo o mundo, adaptando-se às condições climáticas. (Gallo et al., 1970; Manejo Integrado, 2006).

De acordo com Menten (1982) uma das características mais comuns desses insetos, é o alto potencial de reprodução em um curto período de tempo, em relação às outras pragas. Para iniciar uma infestação, que pode provocar a deterioração dos produtos, é necessário um pequeno número de insetos, graças à alta capacidade de reprodução e por poderem permanecer em repouso no estágio intermediário de desenvolvimento quando as condições forem adversas. Normalmente as larvas desses insetos conseguem consumir grandes quantidades de alimentos, danificando e deteriorando o alimento (Borrer e Delong, 1988).

Segundo Resh e Cardé (2003) esses insetos podem ser classificados em pragas primárias e secundárias, conforme seus hábitos alimentares. Pragas primárias são aquelas que têm maior importância econômica, pois atacam os grãos sadios e intactos, são denominadas como pragas primárias externas e internas, dependendo da parte do grão que atacam (Lorini, 2002; Campos, 2005). As pragas primárias externas destroem a parte exterior do grão (casca), e posteriormente, alimentam-se da parte interna, exemplos dessas pragas são as espécies *Lasioderma serricorne* (F.) e *Plodia interpunctella* (Lorini, 2002).

As pragas primárias internas são dotadas de mandíbulas desenvolvidas, capazes de perfurar e penetrar os grãos e se alimentar do conteúdo interno. Essas pragas completam o seu desenvolvimento no interior do grão e são consideradas as mais prejudiciais, pois além dos danos que provocam, facilitam o ataque de outros insetos. Exemplos dessas pragas temos as espécies *Rhyzoprtha dominica* e *Sitophilus oryzae* (Gallo et al., 2002; Lorini, 2001, 2002).

As pragas secundárias são aquelas que não são capazes de atacar grãos inteiros, pois precisam que os grãos estejam quebrados ou danificados para poderem se alimentar. Essas pragas possuem capacidade de se multiplicar rapidamente e por isso causam prejuízos elevados. Como exemplos dessas pragas citam-se as espécies *Cryptolestes ferrugineus* e *Oryzaephilus surinamensis* (Gallo et al., 1988, 2002; Lorini 2002).

Temperatura e umidade relativa são fatores limitantes para o desenvolvimento desses insetos. Normalmente a temperatura ideal é de 23° a 35°C (TAB.2) e a faixa favorável de umidade é de 12~15% para o ótimo desenvolvimento desses insetos (Gallo et al., 2002; Resh e Cardé 2003).

TABELA 2. Temperaturas ótimas e mínimas (°C) para o desenvolvimento de alguns das principais pragas de grãos armazenados.

Espécie	Temp. ótima (°C)	Temp. mínima (°C)
Traças (<i>Ephestia</i> spp., <i>P. interpuctella</i> , <i>Sitotroga</i> sp.)	25~30	16
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	31~34	17
<i>Sitophilus</i> spp.	27~31	16
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	32~35	23
<i>Tribolium</i> spp.	30~35	21
<i>Rhyzoprtha dominica</i>	32~35	23

Fonte: Adaptado de Salunkhe et al. (1985).

Além dos danos já citados causados por essas pragas, pode ocorrer um aumento do teor de umidade e da temperatura do produto armazenado, devido à atividade de populações elevadas dessas pragas, favorecendo o desenvolvimento de fungos (Resh e Carde, 2003).

Segundo Lazzari (1997) os principais fungos de armazenamento são *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., são importantes devido a produção de micotoxinas e à redução que provocam na qualidade do produto. Micotoxinas são metabólicos fúngicos, que podem causar grandes danos à saúde humana e de animais domésticos.

3.3.1 Aspectos bioecológicos de *Sitophilus zeamais*

A espécie *Sitophilus zeamais* (FIG.5) é um coleóptero pertencente à família Curculionidae, conhecido popularmente como "gorgulho do milho" (Guerin, 1953).

Considerada uma das pragas cosmopolita mais severas dos produtos armazenados, especialmente do milho (*Zea mays*, L.). No Brasil é a praga mais importante do milho (Booth et al., 1990; Rees, 1996).

O *S.zeamais* é caracterizado como praga primária interna, pois podem apresentar infestação cruzada, infestando os grãos tanto no campo como nos armazéns, onde penetram profundamente a massa de grãos (Gallo et al., 1988; Lorini, 2002).

O inseto adulto mede de 2,0 a 3,5 mm de comprimento, com coloração castanho-escuro, com quatro manchas avermelhadas nos élitros, visíveis logo após a eclosão. Sua cabeça é deslocada para frente, na forma rostro recurvado, onde se localizam as peças bucais. Os machos apresentam rostro mais curto e grosso e longos e afilados nas fêmeas. O protórax é fortemente pontuado e os élitros estriados (Booth et al., 1990; Gallo et al., 2002; Rees, 2007).



FIGURA 5. Inseto adulto da espécie *S.zeamais*

Fonte: J. A. Jackman

Pode colocar entre 200 a 400 ovos por fêmea, que são depositados nos grãos armazenados ou ainda no campo por adultos voadores. O período de incubação oscila entre 3 e 6 dias e emergem de 48,1% de machos e 51,9% de fêmea (Rosetto, 1972; Gallo et al., 1988, 2002).

Segundo Kurtz e Harris (1962), as larvas são de coloração amarelo-claro com a cabeça mais escura, imóveis e se desenvolvem no interior do grão. As pupas apresentam coloração branca e o ciclo completo de vida é de 4 a 5 meses.

De acordo Santos e Fontes (1990) os danos ocasionados pelo *S.zeamais* aos grãos armazenados podem ser provocados tanto pelas larvas, que se desenvolvem no grão, como pelo inseto adulto.

Devido seu elevado potencial de reprodução, pode atacar um grande número de produtos, como: trigo, milho, cevada, aveia, centeio, macarrão, biscoito, sorgo, arroz, causando enormes prejuízos anualmente (Lorini e Schneider, 1994 apud; Lorini, 2002).

3.3.2 Aspectos bioecológicos de *Plodia interpunctella*

A *Plodia interpunctella* ou traça dos cereais e farinhas (FIG 6.), como é conhecida popularmente, pertence à ordem Lepidoptera, família Pyralidae, é uma praga primária, considerada de superfície (Borror e DeLong, 1964; Campos e Zorzenon, 2006).

As traças dos cereais são mariposas com cerca de 20 mm de envergadura, cabeça e tórax de cor pardo-avermelhada, asas anteriores avermelhadas e acinzentadas, além de pontos escuros bem nítidos. O primeiro par de asas é bastante característico, permitindo diferenciar-se das demais traças. A cabeça apresenta um tufo de escamas em forma de chifres (Gallo et al., 2002; Mohandass et al., 2006; Rees, 2007).



FIGURA 6. Inseto adulto de *Plodia interpunctella* (H.)

Fonte: CSIRO

Seu ciclo biológico pode sofrer alterações, dependendo das condições ambientais (temperatura e umidade), do tipo de alimento e da estação do ano. O ciclo pode variar de 28 a 300 dias, conforme a condições citadas (Tamborlin, 1988; Lorini, 2002). As fêmeas colocam de 100 a 400 ovos, que são dispostos na superfície de grãos em grupos ou isolados, com uma razão sexual de aproximadamente 1 fêmea: 2 machos (Souza, 1976 apud; Barbieri, 1989; Lorini, 2002).

As larvas apresentam coloração branca e após o desenvolvimento ter sido completado passa a tonalidade rosada em algumas partes do corpo, são capazes de tecer um casulo de seda, no interior do qual se forma a pupa e os principais locais para empupar são as frestas e fendas das paredes e bordas da sacaria (Gallo et al., 1988, 2002; Campos e Zorzenon, 2006).

Segundo Gallo e colaboradores (2002) os insetos adultos possuem hábitos noturnos e não se alimentam. Essa espécie não ataca grãos inteiros, preferindo os quebrados ou embrião de grãos e produtos. *P.interpunctella* causa danos consideráveis aos produtos armazenados, podendo atacar uma grande variedade de produtos farináceos, cacau, soja, arroz, milho, feijão, frutas secas e rações de animais (Borror e DeLong, 1964).

3.3.3 Aspectos bioecológicos de *Lasioderma serricorne*

A espécie *Lasioderma serricorne* (FIG.7), pertence à ordem Coleoptera, família Anobiidae, o nome popular é caruncho ou besourinho do fumo, é uma severa praga cosmopolita e infesta um grande número de produtos armazenados (Guerin, 1953; Booth et al.,1990; Ryan, 1995).



FIGURA 7. Inseto adulto de *Lasioderma serricorne*

Fonte: CSIRO

O caruncho mede cerca de 3 a 4 mm de comprimento (aproximadamente 1/8 de uma polegada). A cabeça se apresenta parcialmente coberta pelo protórax, com antenas serrilhadas a partir do quarto segmento e bem nítidas. Os élitros cobrem totalmente o abdômem e não são estriados. O corpo é ovalado e com coloração castanho-avermelhado, recoberto por pêlos bem claros. Quando em repouso ou perturbado, adquire aspecto de um grão convexo, dobrando a cabeça e recolhendo as pernas (Gallo et al., 1970, 1988; Booth et al.,1990; Rees, 2007).

O inseto adulto não se alimenta e vive de 2 a 4 semanas e, é nessa fase que ele consegue perfurar embalagens plásticas e de papel. O número médio de ovos por fêmea é cerca de 40 a 100, que são colocados nos alimentos infestados. As larvas emergem entre 6 e 10 dias, e são as grandes responsáveis pelos danos (Kurtz e Harris, 1962; Mound, 1989). O estágio larval dura de 5 a 10 semanas e nesse estágio as larvas se afastam da luz, sua coloração é branco-leitosa, recoberta de finos pêlos. Após a eclosão, são ágéis e escavam galerias cilíndricas no produto infestado (Gallo et al.,1970; Kurtz e Harris, 1962).

Segundo Kurtz e Harris (1962) o período pupal dura entre 2 a 3 semanas. As pupas nesse estágio medem aproximadamente 4 mm de comprimento, possui coloração similar a larva e apresenta alguns apêndices visíveis. O ciclo de vida completo é de 60 a 90 dias, podendo variar de acordo com a temperatura e a disponibilidade de alimento.

Lasioderma serricorne não é capaz de atacar plantas vivas, porém, ataca produtos armazenados como: farelo, farinhas, grãos, arranjos florais, amendoins, coloral, paprica, plantas desidratadas, ração para animais, pão e frutas secas causando deterioração, redução de peso e alterações estruturais desses alimentos (Gallo et al. 1988, 2002).

De acordo com Magalhães e Carvalho (1988) esses insetos também causam danos indiretos, devido às perfurações ocasionadas pela infestação, facilitando a entrada de microorganismos e ácaros.

3.4 Métodos de Controle

3.4.1 Método químico

Atualmente, é o método mais utilizado no mundo para controle e desinfestação de produtos atacados por pragas. Consiste no emprego de agrotóxicos na forma líquida, gás ou de pós.

Os inseticidas foram desenvolvidos durante e após a Segunda Guerra Mundial e inicialmente eram eficazes e com baixo custo. Foi em 1950 e 1960 que aconteceu o “boom” no uso de inseticidas e ainda hoje é o principal método empregado no controle de pragas (Gullan e Cranston, 1994).

O tratamento químico tem suas desvantagens, como toxicidade, agressão ao meio ambiente e indução a resistência das espécies, entre outras, lembrando que os alimentos tratados com produtos químicos não podem ser consumidos

imediatamente, sendo necessária a degradação dos resíduos tóxicos através do período de quarentena (Gullan e Cranston, 1994; Gallo et al., 2002).

O método químico é utilizado sob dois aspectos, o curativo e o preventivo: O tratamento curativo consiste no expurgo ou fumigação, que busca eliminar as populações das pragas presentes em todas as fases evolutivas, procurando atingir 100% de eficiência (Celaro, 2002).

Na fumigação recomenda-se a utilização do fosfeto de alumínio ou fosfeto de magnésio que são produtos sólidos que em contato com o ar, liberam a fosfina, que é um gás inodoro, incolor e extremamente tóxico, porém, seguro quando observadas as recomendações do fabricante. A dose de utilização é de 2g de fosfina (ingrediente ativo) por m³ de câmara e o tempo de exposição em que a câmara permanece fechada deverá ser de no mínimo 96 horas (Campos, 2005).

O tratamento preventivo normalmente é realizado após o expurgo ou fumigação e tem por objetivo proteger o produto armazenado contra possíveis reinfestações. Em grãos destinados à alimentação humana ou animal, empregam-se inseticidas liberados pela legislação fitossanitária (Campos e Zorzenon, 2006).

Os principais inseticidas utilizados no tratamento de grãos armazenados, com base na legislação brasileira constam na TAB. 3.

TABELA 3. Principais inseticidas com base na legislação

Inseticidas	Uso permitido (grãos e derivados)	Tolerância residual	Intervalo de segurança
Deltametrina	Milho e trigo a granel	1 ppm	30 dias
	Milho em espiga com palha	1 ppm	7 dias
	Milho, arroz, trigo e café	1 ppm	7 dias
Fenitrothion	Grãos armazenados	10 ppm	14 dias
	Cacau (sementes)	0,1 ppm	28 dias
	Café (grãos)	0,1 ppm	14 dias
	Farelo de trigo	20 ppm	28 dias
Pirimifós - metil	Milho e trigo	10 ppm	30 dias
	Arroz, cevada c/ casca	10 ppm	30 dias
	Farinha de trigo	5 ppm	30 dias

Fonte: Adaptado de Campos (2005).

Entretanto à resistência a inseticidas vem aumentando consideravelmente no mundo e sendo um dos principais problemas no controle de pragas (Lorini e Beckel, 2002; Guedes e Ribeiro, 2000).

O Comitê de Peritos em Inseticidas da Organização Mundial da Saúde define resistência como o desenvolvimento da capacidade, por uma população de insetos de dada espécie, de suportar doses de inseticidas que em uma população normal da mesma espécie seriam letais (Guedes et al., 2006).

Existem documentados cerca 500 espécies de pragas que desenvolveram resistência a um ou mais grupos de inseticidas (Gullan e Cranston, 1994).

Guedes e colaboradores (2005) relataram que as primeiras consequências do surgimento de populações resistentes são: o aumento da frequência das aplicações; a eventual substituição por outros compostos e aumento na dosagem.

Segundo Guedes e colaboradores (2005) o primeiro caso de resistência a inseticidas aconteceu no estado de Washington/EUA em 1908, quando uma população de *Quadrastiphiotus perniciosus* apresentou resistência ao enxofre.

No Brasil o primeiro relato de resistência aconteceu no final da década de 1960, onde foram verificados níveis elevados de resistência ao DDT e ao lidane, em uma população de *Sitophilus oryzae*. (Guedes et al., 2005).

A resistência a inseticidas nas principais espécies de pragas de produtos armazenados no Brasil constam na TAB.4.

TABELA 4. Resistência* a inseticidas nas principais espécies de pragas de produtos armazenados no Brasil

Pragas					
Inseticidas	<i>Cryptolestes</i> spp.	<i>Oryzaephilus</i> <i>surinamensis</i>	<i>Sitophilus</i> <i>oryzae</i>	<i>Sitophilus</i> <i>zeamais</i>	<i>Tribolium</i> <i>castaneum</i>
Fosfina		R	R	R	R
Malation	R	R	R	R	R
Fenitrotiom	R	R	R		R
Pirimifós- metílico			R		R
Deltametrina		R		R	
Permetrina		R		R	

Resistência* = R

Fonte: Adaptado de Guedes et al. (2006).

A preocupação com a resistência a inseticidas vem crescendo em todo o mundo desde a década de 60, contudo as informações nos países da América do Sul e Sudeste da Ásia são poucas, porém, o Brasil vem realizando esforços para tornar-se exceção e uma referência na região, no entanto, existe muito há ser feito (Guedes, 1990).

O ideal é utilizar-se do manejo integrado de pragas, que segundo a Embrapa (2006) consiste em uma filosofia de controle de pragas que utiliza todas as técnicas adequadas para reduzir e controlar as populações das pragas.

3.4.2 Método Físico

Resume-se a empregar qualquer meio físico de controle.

A aeração é um dos processos utilizados no método físico, trata-se de forçar a passagem do ar através dos grãos, sendo fundamental tanto para reduzir e uniformizar a temperatura como para alcançar o teor de umidade adequado. É de extrema importância manter a estabilidade da umidade e da temperatura nos locais de armazenamento (Santos, 2002).

O emprego das radiações ionizantes, também é considerado um método físico, pode ser empregado de duas formas: por esterilização total ou a técnica do inseto estéril. A esterilização total resume-se na aplicação direta dos raios sobre os insetos, por um determinado tempo. Este processo é o mais utilizado para o controle de pragas de produtos armazenados. Esterilização é o ato de tornar as pragas incapazes de produzir descendentes (Gallo et al., 2002).

De acordo com Gallo et al. (2002) a técnica de inseto estéril (TIE) consiste na liberação de fêmeas e machos esterilizados em um ecossistema definido, permitindo dessa maneira a competição com outros indivíduos da população natural, é necessária uma grande quantidade de insetos estéreis, afim de garantir uma competição vantajosa. A TIE é complexa, exigindo estudos sobre o comportamento do inseto e as limitações estão ligadas à dependência direta do domínio de técnicas de criação massal de insetos e controle de qualidade dos insetos liberados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Artrópodes do Instituto Biológico, localizado na cidade São Paulo/SP.

A fonte de radiação gama utilizada foi um irradiador experimental de Cobalto-60, modelo Gammacell 220, fabricado em 1974 pela Atomic Energy of Canadá Ltda, do Laboratório de Fontes Intensas de Radiação, localizado no Centro de Tecnologia das Radiações – CTR localizado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, na cidade de São Paulo/SP.

4.1 Levantamento da entomofauna de rações a base de grãos

O levantamento foi realizado em 20 lojas (*Pet Shop*), localizadas em diferentes regiões da cidade São Paulo/SP.

4.1.2 Coleta das amostras

A amostragem constou da aquisição de sementes de girassol, grãos de milho e mistura para roedores² por loja, totalizando 3 amostras de 500g por local.

Após a coleta, o material foi levado para o Laboratório de Artrópodes do Instituto Biológico a fim de se proceder a triagem e a retirada dos insetos adultos.

² Composição: farelo de soja; farelo de trigo; milho integral moído; grão de aveia; grão de arroz; grão de milho; semente de girassol; cevada; lentilha; grão de soja; grão de sorgo; ervilha e grão de amendoim com casca.

As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos de dimensões de 13x11cm com tampa devidamente telada (FIG.8), permitindo seu isolamento, evitando assim infestações cruzadas e possibilitando uma nova triagem após 45 dias, com o intuito de coletar os insetos oriundos de ovos e larvas.



FIGURA 8. Amostragem das rações coletadas

Para a coleta dos insetos foi utilizado aspirador entomológico e peneiras de diferentes granulometrias, estes foram acondicionamentos em frascos etiquetados com dimensões de 3,5 x 1,5 cm, contendo álcool 80%, para posterior identificação.

As amostras para triagem de 45 dias, foram mantidas em sala climatizada com $27 \pm 2^\circ \text{C}$ de temperatura e umidade relativa de $70 \pm 5 \%$ no Laboratório de Artrópodes do Instituto Biológico (FIG. 9);



FIGURA 9. Amostras em sala climatizada

4.1.3 Identificação das pragas

Os insetos (FIG.10) foram identificados segundo Rees (2007); Pereira e Salvadori (2006) e Pacheco e Paula (1995) com o auxílio de lupa estereoscópica (com um aumento de 10X). Realizou-se um cadastro para controle, os recipientes com os insetos foram etiquetadas com as seguintes informações: procedência, espécie identificada, tipo de substrato e data da triagem. Os recipientes com os insetos foram mantidas em sala climatizada com $27 \pm 2^\circ \text{C}$ de temperatura e umidade relativa de $70 \pm 5 \%$ no Laboratório de Artrópodes do Instituto Biológico.



FIGURA 10. Insetos coletados

4.2 Criação de Insetos

As espécies de insetos utilizados neste trabalho foram provenientes da criação do Laboratório de Artrópodes. Os insetos foram mantidos em salas de criação, com ambiente controlado de $27 \pm 1^\circ \text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 5\%$, conforme registros diários em termohigrógrafo.

Os insetos da espécie *Sitophilus zeamais* foram criados em milho (grão) a diversas gerações, todos os grãos são previamente secados em estufa a 70°C , durante o período de 1 hora e a manutenção foi realizada a cada 2 meses.

Durante o desenvolvimento da pesquisa manteve-se a criação no mesmo tipo de substrato, usando-se vidros transparentes com boca larga e capacidade de 3L contendo 700g do substrato (FIG.11). As tampas foram adaptadas contendo tela fina de metal, para permitir as trocas gasosas e evitar penetração de outros insetos.



FIGURA 11. Criação da espécie *Sitophilus zeamais* em milho

O substrato usado na criação da espécie *Lasioderma serricorne* foi pão seco. Os insetos foram mantidos em caixas plásticas (40 x 27 x 36,2cm) com capacidade de 26,5 litros (FIG.12). As tampas foram adaptadas com telas com objetivo de permitir a aeração interna e impedir infestação cruzada.



FIGURA 12. Criação da espécie *Lasioderma serricorne* em pão seco

Para criação e multiplicação dos insetos da espécie *Plodia interpunctella* para efetivação dos bioensaios, foram realizadas coletas na Unidade Graneleira do CEAGESP na cidade de Tatuí/SP. Após a coleta os insetos foram acondicionados em embalagem plástica de 1L, com furos na tampa (aeração interna) contendo 200g de farinha de milho (FIG. 13), deixando o restante do espaço para vôo e cópula dos insetos.



FIGURA 13. Criação da espécie *Plodia interpunctella* em farinha de milho

4.3 Desinfestação de rações a base de grãos

Levando-se em consideração o levantamento da entomofauna das rações a base de grãos do presente estudo, definimos as seguintes rações: grãos de milho, mistura para roedores e sementes de girassol (TAB.5), adquiridos no comércio varejista de alimentação animal. Os ensaios foram conduzidos conforme ocorrência.

TABELA 5. Quantidade utilizada de substrato por parcela

Alimento	Quantidade (g)
Grãos de Milho	100
Mistura para roedores	50
Sementes de Girassol	50

A idade dos insetos variava de 0 dia à longevidade natural, como retiramos os insetos adultos ao acaso, acreditamos ter obtido insetos de todas as idades, representando uma população normal das espécies.

As amostras foram mantidas em sala climatizada com $27 \pm 2^\circ$ C de temperatura e umidade relativa de 70 ± 5 % no Laboratório de Artropódes do Instituto Biológico, conforme registros diários (FIG.14).



FIGURA 14. Bioensaios em sala climatizada

As avaliações foram realizadas no período de 40 dias, após a irradiação, contando – se o número de adultos emergidos.

Para análise dos resultados foi considerado o número de insetos vivos e mortos de cada tratamento, que foram retirados das amostras de forma definitiva.

4.3.1 Bioensaios com *Sitophilus zeamais*

Os substratos empregados nos bioensaios com *Sitophilus zeamais* foram: grãos de milho e mistura para roedores.

Tanto nos bioensaios com grãos de milho, como, com mistura para roedores, a mesma metodologia foi aplicada, diferenciando apenas a quantidade, sendo de 100g para grãos de milho e 50g para mistura para roedores (FIG. 15).

Os substratos após pesagem foram acondicionados em recipientes plásticos de dimensões de 3,5 x 10 cm, com tampa contendo pequenos furos, permitindo a aeração interna. Com auxílio de um aspirador entomológico as amostras foram individualmente infestadas com 25 insetos adultos, com idade variável. Cada tratamento constou de 4 réplicas, somando 100 insetos por tratamento, totalizando 7 tratamentos e 32 amostras.

Passado o período de 7 a 10 dias, os insetos adultos foram retirados das amostras, assim tínhamos presentes ovos e larvas recém eclodidas e submetemos estas a doses crescentes de irradiação gama de 0 (controle); 0,25; 0,50; 0,75; 1.0; 1,25 e 1,5 kGy.



FIGURA 15. Bioensaios com *Sitophilus zeamais*.

Após a irradiação, as amostras foram mantidas em sala climatizada, para futura avaliação.

4.3.2 Bioensaios com *Lasioderma serricorne*

Nos bioensaios com a espécie *Lasioderma serricorne* utilizamos os substratos: sementes de girassol e mistura para roedores. Aplicamos a mesma metodologia em ambos bioensaio, utilizando 50g do substrato por amostra.

Após a pesagem, os substratos foram acondicionados em recipientes plásticos de dimensões de 3,5 x 10 cm, com tampa contendo pequenos furos, com auxílio do aspirador entomológico às amostras foram infestadas individualmente com 25 insetos adultos, de idade variável. Cada tratamento

constou de 5 réplicas, somando 125 insetos por tratamento, totalizando 7 tratamentos e 40 amostras (FIG.16).

Depois do período de 7 a 10 dias, os insetos adultos foram retirados, assim tínhamos ovos e larvas recém eclodidas nas amostras e submetemos estas a doses crescentes de irradiação gama de 0 (controle); 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,25 e 1,5 kGy.

Após a irradiação, as amostras foram mantidas na sala climatizada, para futuras avaliações.



FIGURA 16. Bioensaios com *Lasioderma serricorne*.

4.3.3 Bioensaios com *Plodia interpunctella*

Os substratos utilizados nos bioensaios com *Plodia interpunctella* foram: girassol e milho (FIG.17).

Aplicamos a mesma metodologia como nos bioensaios anteriores, diferenciando apenas a quantidade do substrato, sendo de 100g para grãos de milho e de 50g para sementes de girassol.

Depois da pesagem, acondicionamos os substratos em recipientes plásticos com dimensões de 3,5 x 10 cm, com tampa furada, permitindo a aeração interna, com auxílio do aspirador entomológico infestamos as amostras, com 6 insetos adultos (cada) de idade variável, Cada tratamento constou de 5 replicas, somando 125 insetos por tratamento, totalizando 12 tratamentos e 60 amostras.

Decorrido o período de 7 a 10 dias, os insetos adultos foram retirados, assim tínhamos ovos e larvas recém eclodidas presentes e as amostras submetidas a doses crescentes de irradiação gama de 0 (controle); 0,10; 0,25; 0,40; 0,55; 0,70; 0,85; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75 e 2,0 kGy.

Como nos demais bioensaios, após a aplicação da radiação gama, as amostras foram mantidas na sala climatizada.



FIGURA 17. Bioensaios com *Plodia interpunctella*.

TABELA 6. Taxa de doses

Mês	Taxa de dose
Março	2,23kGy/h
Abril	2,21kGy/h
Maio	2,18kGy/h
Junho	2,16kGy/h
Julho	2,14kGy

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Levantamento da entomofauna de rações a base de grãos

5.1.1 Grãos de Milho

Das amostras analisadas na 1ª triagem foram encontradas 7 espécies de insetos, representando 7 famílias e 3 ordens de pragas de produtos armazenados. Sendo estes 5 Coleoptera, 1 Lepidoptera e 1 Psocoptera. Dos coleópteros encontrados nas 20 lojas *Pet Shop*, apresentaram maior frequência às espécies: *Sitophilus zeamais* encontrada em 75% das lojas e o *Crystolestes ferrugineus* em 35% (TAB.7).

TABELA 7. Número total de insetos* encontrados em grãos de milho proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.

ORDEM Família	Espécie	Nome comum	Nº total de insetos	% Pet Shop com infestação
Coleoptera				
Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Caruncho do fumo	1	5%
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i> (M.)	Caruncho do milho	103	75%
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Besouro	18	35%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus suninamensis</i> (L.)	Besouro da cevada	3	15%
Tenebrionidae	<i>Cynaesus angustus</i> (LeConte)	Besouro preto da farinha	1	5%
Lepidoptera				
Pyralidae	<i>Plodia interpunctella</i> (H.)	Traça dos cereais	2	5%
Psocoptera				
Liposcelidae	<i>Liposcelis</i> spp. ^a	Piolho de livro	1	5%

^a Incluído as espécies: *L. decolor* (Pearman) e *L. entomophila* (Enderlein).

* Excluindo-se predadores e parasitóides.

Na 2ª triagem (TAB.8) a espécie *S. zeamais* apresentou frequência em 100% das amostras. Além das espécies encontradas na 1ª triagem, foram encontrados os insetos *Sitophilus oryzae*, *Oryzaeophilus mercator* e *Sitophilus granarius*. Observou-se também um considerável aumento no número de insetos no decorrer das triagens, comprovando o alto potencial de reprodução dessas pragas.

TABELA 8. Número total de insetos* (45 dias) encontrados em grãos de milho proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.

ORDEM Família	Espécie	Nome comum	Nº total de insetos	% Pet Shop com infestação
Coleoptera				
Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Caruncho do fumo	28	25%
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i> (M.)	Caruncho do milho	1947	100%
Curculionidae	<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Caruncho do arroz	9	10%
Curculionidae	<i>Sitophilus granarius</i> (L.)	Caruncho do Trigo	2	5%
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Besouro	131	40%
Silvanidae	<i>Oryzaeophilus suninamensis</i> (L.)	Besouro da cevada	5	15%
Silvanidae	<i>Oryzaeophilus mercator</i> (Fauvel.)	Besouro da cevada	1	5%
Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i> (H.)	Besouro	2	10%
Nitidulidae	<i>Carpophilus dimidiatus</i>		1	5%
Lepidoptera				
Pyrilidae	<i>Plodia interpunctella</i> (H.)	Traça dos cereais	5	15%
Psocoptera				
Liposcelidae	<i>Liposcelis</i> spp. ^a	Piolho de livro	8	25%

^a Incluído as espécies: *L. decolor* (Pearman) e *L. entomophila* (Enderlein).

* Excetuando-se predadores e parasitóides.

Os resultados comparam-se com alguns trabalhos realizados nos Estados Unidos, que relataram a presença de insetos infestando amostras de trigo, milho e alimentos para animais de estimação, as espécies mais frequentes foram: *Sitophilus* spp., *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Oryzaeophilus surinamensis* (L.) e *Lasioderma serricorne* (F.) (HAGSTRUM, 2001; NANSEN et al., 2004).

5.1.2 Mistura para roedores

Nas amostras de mistura para roedores, foram encontrados na 1ª triagem 10 espécies de insetos, representando 9 famílias e 2 ordens de pragas de produtos armazenados. No qual 9 Coleoptera e 1 Psocoptera, dos insetos encontrados nas 20 lojas *Pet Shop*, apresentaram maior frequência o *Sitophilus zeamais* encontrados em 65%; *Cryptolestes ferrugineus* em 35%; *Carpophilus dimidiatus* em 25% e *Oryzaephilus surinamensis* em 25% das lojas (TAB. 9).

TABELA 9. Número total de insetos* encontrados em mistura para roedores proveniente de Lojas “*Pet Shop*” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.

Ordem Família	Espécie	Nome comum	Nº total de insetos	% <i>Pet Shop</i> com infestação
Coleoptera				
Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Caruncho do fumo	28	10%
Bostrichidae	<i>Rhizopertha dominica</i> (F.)	Broca de grão	6	15%
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Caruncho do milho	69	65%
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Besouro	64	35%
Nitidulidae	<i>Carpophilus dimidiatus</i>		32	25%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Besouro da cevada	30	25%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauvel.)	Besouro da cevada	42	15%
Tenebrionidae	<i>Cynaesus angustus</i> (LeConte)	Besouro preto da farinha	15	10%
Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i> (H.)	Besouro castanho	3	15%
Psocoptera				
Liposcelidae	<i>Liposcelis</i> spp. ^a	Piolho de livro	1	5%

^a Incluído as espécies: *L. decolor* (Pearman) e *L. entomophila* (Enderlein).

* Excetuando-se predadores e parasitóides.

Os resultados das amostras na 2ª triagem (TAB.10) demonstram o aumento no número de indivíduos e na frequência das espécies em relação à 1ª triagem, como por exemplo: a *Lasioderma serricorne* apresentou frequência de 10% na primeira análise e na segunda a frequência foi de 75%, a espécie *Oryzaephilus surinamensis* apresentou o número de 30 indivíduos nos primeiros resultados e esse número subiu para 266 indivíduos, novamente comprovando o alto potencial de reprodução das pragas de produtos armazenados.

TABELA 10. Número total de insetos* (45 dias) encontrados em mistura para roedores proveniente de Lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.

ORDEM Família	Espécie	Nome comum	Nº total de insetos	% Pet Shop com infestação
Coleoptera				
Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Caruncho do fumo	777	75%
Bostrichidae	<i>Rhizopertha dominica</i> (F.)	Broca de grão	26	15%
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Caruncho do milho	282	50%
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Besouro	167	40%
Nitidulidae	<i>Carpophilus dimidiatus</i>		34	40%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Besouro da cevada	266	40%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauvel.)	Besouro da cevada	54	15%
Tenebrionidae	<i>Cynaesus angustus</i> (LeConte)	Besouro preto da farinha	63	20%
Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i> (H.)	Besouro castanho	3	30%
Lepidoptera				
Pyralidae	<i>Plodia interpunctella</i> (H.)	Traça dos cereais	75	25%
Liposcelidae	<i>Liposcelis</i> spp. ^a	Piolho de livro	1	5%

^a Incluído as espécies: *L..decolor* (Pearman) e *L..entomophila* (Enderlein).

* Excetuando-se predadores e parasitóides.

Roesli e colaboradores (2003) analisaram a infestação por insetos de produtos armazenados em alimentos destinados à animais domésticos em lojas no Kansas, EUA, igualmente como nossos resultados, apresentaram maior frequência os insetos: *Sitophilus* spp. e *Oryzaephilus mercator* (Fauvel).

5.1.3 Sementes de Girassol

Nos resultados das amostras com sementes de girassol (TAB.11) na 1ª triagem foram encontrados insetos representantes da ordem Coleoptera e Psocoptera, apresentando maior frequência a espécie *Carpophilus dimidiatus* encontrada em 25% e *Cryptolestes ferrugineus* em 20% das lojas.

TABELA 11. Número total de insetos* encontrados em sementes de girassol proveniente de Lojas "Pet Shop" localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.

ORDEM Família	Espécie	Nome comum	Nº total de insetos	% Pet Shop com infestação
Coleoptera				
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Caruncho do milho	2	10%
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Besouro	14	20%
Nitidulidae	<i>Carpophilus dimidiatus</i>		12	25%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Besouro da cevada	3	15%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauvel.)	Besouro da cevada	6	15%
Tenebrionidae	<i>Cybaeus angustus</i> (LeConte)	Besouro preto da farinha	3	10%

* Excetuando-se predadores e parasitóides.

Na 2ª triagem encontramos mais duas espécies de insetos, a *Lasioderma serricorne* com frequência em 25% das lojas e a *Plodia interpunctella* presente em 10%. Novamente observou-se o aumento na frequência e no número de insetos encontrados, sendo 3 indivíduos da espécie *Oryzaephilus surinamensis* na 1ª

triagem e 344 indivíduos na 2ª triagem, a frequência da espécie *Cryptolestes ferrugineus* aumentou pra 60%, na 1ª triagem era 20% (TAB.12).

TABELA 12. Número total de insetos* (45 dias) encontrados em sementes de girassol proveniente de Lojas "Pet Shop" localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009.

ORDEM Família	Espécie	Nome comum	Nº total de insetos	% Pet Shop com infestação
Coleoptera				
Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Caruncho do fumo	47	25%
Curculionidae	<i>Sitophilus zeamais</i>	Caruncho do milho	10	10%
Laemophloeidae	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Besouro	115	60%
Nitidulidae	<i>Carpophilus dimidiatus</i>		188	55%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Besouro da cevada	344	55%
Silvanidae	<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauvel.)	Besouro da cevada	13	20%
Tenebrionidae	<i>Cynaesus angustus</i> (LeConte)	Besouro preto da farinha	3	10%
Lepidoptera				
Pyralidae	<i>Plodia interpunctella</i> (H.)	Traça dos cereais	9	10%

*Excetuando-se predadores e parasitóides.

O levantamento realizado no presente trabalho assemelha-se com o estudo realizado por Machado e colaboradores (2008) na região metropolitana do Recife/PE, onde analisaram a ocorrência de Coleopteros em alimentos destinados à alimentação de animais e os resultados demonstraram alta infestação nos alimentos.

5.1.4 Parasitas e Predadores

Durante as triagens frequentemente encontramos insetos parasitas e predadores, como demonstrando na TAB. 13. Segundo Paula e Pacheco (1995), esses insetos atacam e destroem as pragas de produtos armazenados, realizando um controle biológico, porém, a presença desses insetos está associada ao alto nível de infestação do produto.

TABELA 13. Inimigos naturais identificados nas amostras de grãos de milho, sementes de girassol e mistura para roedores, proveniente de em lojas “Pet Shop” localizadas na cidade de São Paulo, SP, em 2009

ORDEM Família	Espécie	Nº de indivíduos	Substratos	% Pet Shop
Hymenoptera				
Pteromalidae	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)	59	grãos de milho	50%
	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)	9	mistura para roedores	10%
	<i>Theocolax elegans</i> (Westwood)	15	grãos de milho	10%
Hemiptera				
Anthocoridae	<i>Lyctocoris compestris</i> (Fabr.)	27	mistura para roedores	25%
	<i>Xylocoris flavipes</i> (Reuter)	3	mistura para roedores	5%

5.2. Desinfestação de rações a base de grãos

5.2.1 Bioensaios com *Sitophilus zeamais*

Os resultados obtidos no bioensaio com grãos de milho, mostraram que a dose mínima necessária para provocar letalidade dos ovos e larvas foi a partir de 0,5 kGy (TAB. 14).

TABELA 14. Emergência média de adultos de *Sitophilus zeamais*, provenientes das amostras de grãos milho irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, março a abril de 2009.

Dose (kGy)	Nº adultos emergidos 40 dias (geração F1)
0	50
0,25	0,75
0,50	0
0,75	0
1,00	0
1,25	0
1,50	0

Entanto nos resultados observados com mistura para roedores, essa dose foi a partir de 0,75kGy, porém houve uma diminuição significativa no número de insetos em relação ao controle (TAB.15).

TABELA 15. Emergência média de adultos de *Sitophilus zeamais*, provenientes das amostras de mistura para roedores, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, abril a maio de 2009.

Dose (kGy)	Nº adultos emergidos 40 dias (geração F1)
0	6,75
0,25	0,75
0,50	0,50
0,75	0
1,00	0
1,25	0
1,50	0

Os resultados dos bioensaios com *Sitophilus zeamais* demonstram que com doses menores que as utilizadas nos ensaios conduzidos em 2003 por Silva e Arthur (2004), onde aplicaram a dose de 3,0 kGy no controle da espécie *Sitophilus oryzae*, conseguimos o efeito esperado.

5.2.2 Bioensaios com *Lasioderma serricorne*

Observou-se nos resultados (TAB. 16) da mistura para roedores que doses a partir de 0,50kGy foram eficientes para provocar a letalidade aos ovos e larvas de *Lasioderma serricorne*. Na dose de 0,25kGy encontramos insetos adultos, porém, com uma redução significativa em relação ao controle, como observado nos bioensaios com a espécie *Sitophilus zeamais*.

TABELA 16. Emergência média de adultos de *Lasioderma serricorne*, provenientes das amostras de mistura para roedores, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, março a abril de 2009.

Dose (kGy)	Nº adultos emergidos 40 dias (geração F1)
0	146,4
0,25	7,4
0,50	0
0,75	0
1,00	0
1,25	0
1,50	0

Nos resultados do bioensaio com sementes de girassol, observou-se que não emergiram insetos nas doses a partir de 0,75 kGy, concluído que essas doses são suficientes para causar letalidade dos ovos e larvas de *Lasioderma serricorne*. Nos demais tratamentos, encontramos insetos adultos, porém, um número reduzido (TAB. 17).

TABELA 17. Emergência média de adultos de *Lasioderma serricorne*, provenientes das amostras de sementes de girassol, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, abril a maio de 2009.

Dose (kGy)	Nº adultos emergidos 40 dias (geração F1)
0	9,2
0,25	1,4
0,50	1,4
0,75	0
1,00	0
1,25	0
1,50	0

Ambos os ensaios, são coerentes com os resultados obtidos por Hu-Tsan e colaboradores (2002), onde concluíram que a dose de 0,5kGy impediu o desenvolvimento das larvas de *Lasioderma serricorne* e que doses acima de 0,6 kGy apresentaram efeito de esterilização em insetos adultos.

5. 2.3 Bioensaios com *Plodia interpunctella*

Nos resultados obtidos no ensaio com grãos de milho, observou-se que doses a partir de 1,50 kGy, não emergiram insetos adultos, concluiu-se que essas doses foram suficientes para causar letalidade dos ovos e larvas irradiados de *Plodia interpunctella*, nas demais dose emergiram insetos adultos, porém um número bem reduzido em relação ao controle (TAB. 18).

TABELA 18. Emergência média de adultos de *Plodia interpunctella*, provenientes das amostras de grãos de milho, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, maio a junho de 2009.

Dose (kGy)	Nº adultos emergidos 40 dias (geração F1)
0	15,80
1,00	3,4
1,25	1,6
1,50	0
1,75	0
2,00	0

Como demonstrado na TAB.19, no ensaio com sementes de girassol, podemos observar que a irradiação dos ovos e larvas de *Plodia interpunctella*, com as doses aplicadas emergiram insetos adultos em todos tratamentos, demonstrando a necessidade de doses maiores para o controle da espécie, como foi comprovado no ensaio com grãos de milho, onde as doses de 1,50; 1,75 e 2,0 kGy mostraram-se eficientes.

TABELA 19. Emergência média de adultos de *Plodia interpunctella*, provenientes das amostras de sementes de girassol, irradiados com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, maio a junho de 2009.

Dose (kGy)	Nº adultos emergidos 40 dias (geração F1)
0	8,8
0,10	3
0,25	2,4
0,40	2,2
0,55	2,2
0,70	1,6
0,85	1,6
1,00	1,2

Observa-se que os resultados divergem com aqueles obtidos nos ensaios realizados por Azelmat e colaboradores em 2005 com a aplicação da radiação

gama no controle de *Plodia interpunctella*, onde as doses recomendada estão entre 0,2 e 0,5 kGy.

6 CONCLUSÃO

De acordo com resultados do levantamento da entomofauna em rações à base de grãos, pode-se verificar elevado de infestação pelas principais pragas de produtos armazenados como: *Sitophilus zeamais*, *Lasioderma serricorne*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus* sp. e *Rhyzopertha Dominica*, concluindo-se a necessidade da devida atenção e importância dessas pragas nos alimentos para animais, uma vez, que além dos prejuízos e danos provocados por esses insetos, há o favorecimento da proliferação de fungos e conseqüentemente a presença de micotoxinas, que podem causar uma série de danos ao organismo do animal ou mesmo a morte.

Os resultados dos bioensaios com *Sitophilus zeamais* e com *Lasioderma serricorne* demonstraram que doses a partir de 0,5 kGy foram suficientes para causar letalidade dos ovos e larvas recém emergidas; enquanto que a dose mínima necessária para provocar a letalidade dos ovos e larvas da espécie *Plodia interpunctella* foi partir de 1,50 kGy.

Com análise dos resultados obtidos, verificamos que a utilização da radiação gama, nas doses aplicadas, mostrou-se eficiente na desinfestação de rações à base de grãos, evidenciando-se uma alternativa no controle das pragas de produtos armazenados, podendo substituir ou complementar os atuais tratamentos utilizados, como por exemplo o controle químico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABC da Física Nuclear - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR. Disponível em: < <http://www.dfn.if.usp.br/pagina-dfn/divulgacao/abc/Basic.html#Gammadecay>>. Acesso em: 29 mai. 2006.
2. AHMER, M. *Disinfestations of stored grains, pulses, dried fruits and nuts, and other dried foods.*: New York: Wiley, 2001. p. 77–112: MOLINS, R.(Ed.). Food Irradiation Principles and Applications.
3. AnfaPet - Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação. Disponível em: < <http://anfalpet.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2007.
4. AnfalPet - Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação. Disponível em: < <http://anfalpet.org.br>>. Acesso em: 15 jun. 2009.
5. ApexBrasil – Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos. Disponível em: < www.apexbrasil.com.br>. Acesso em: 02 mar. 2009.
6. ARIMA, H.K. Uso de tecnologias na fabricação e conservação de carnes. *Revista Nacional de Carne*. V.22, n.249, p.20-30, 1998.
7. ARTHUR, V.; WIENDL, F. M.; PACHECO, J.M.; WALDER, J.M.M.; SCRILLO, R.B. Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais*, Mots. em macarrão irradiado In: USO Y CALIBRACION DE FUENTES INTENSAS DE RADIACION, Jun. 18-22, 1973, Santiago. *Informe del Seminario*, Santiago, 1973.
8. ARTHUR, V. Controle de insetos pragas por radiações ionizantes. *Biológico*, v. 59, n. 1, p. 77-79, São Paulo,1997.
9. AZELMAT, K.; SAYAH, F.; MOUHIB, M.; GHAILANI, N.; ELGARROUJ, D. Effects gamma irradiation on fourth-instar *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*, v.41, p.423-431,2005.

10. BARBIERI, M.L. ***Esterilidade Induzida Através de Radiações Ionizantes do Cobalto-60 na Traça Plodia interpunctella (Hubner, 1913)(Lepidóptera – Pyralidae) em Dieta Artificial.*** 1989 - Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba -SP.
11. BRASIL.. AVISA. Resolução RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001. ***Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos.*** Disponível em: <www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/21_01rdc.htm>. Acesso em: 08 mai. 2006.
12. BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974. ***Inspeção e a fiscalização obrigatória dos produtos destinados à alimentação animal.*** Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=148>>. Acesso em: 20 ago. 2009.
13. BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 7, de 09 de novembro de 1988, ***Padrões mínimos das diversas matérias primas empregas na alimentação animal.*** Disponível em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1052>>. Acesso em: 20 ago. 2009.
14. BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, 13 de fevereiro de 2003. ***Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Fabricantes e Industrializadores de Alimentos para Animais e o Roteiro de Inspeção.*** Disponível em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1640>> Acesso em: 20 ago. 2009.
15. BORROR, D.J.; DELONG, D.M. ***An introduction to the study of insects.*** New York, N.Y.: Hold Rinehart and Winston, 1964.
16. BORROR, D. J.; DELONG, D. M. ***Introdução ao estudo dos insetos.*** São Paulo: Edgard Blucher, 1988.
17. BOOTH, R.G.; COX, M.L; MADGE, R.B.; ***Coleoptera*** London: International Institute of Entomology: Natural History Museum, 1990.
18. CENA – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Disponível em: < <http://www.cena.usp.br/irradiacao/index.asp>>. Acesso em: 07 mai. 2006.

19. CAMPOS, T. B. Pragas dos Grãos Armazenados. In: Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 24-25 de set. 2005, Ribeirão Preto. **Anais da XII Reunião itinerante de fitossanidade do Instituto Biológico**, Ribeirão Preto: Instituto Biológico, p. 5-12, 2005.
20. CAMPOS, T.B.; ZORZENON, F.J. Pragas de Grãos e Produtos Armazenados. **Boletim Técnico: Instituto biológico**, v. 17, p. 1-19, São Paulo, 2006.
21. CELARO, J. C. Métodos curativos de controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; VILDES, M. S. (Eds.) **Armazenagem de Grãos**. Campinas: IBG, p. 493-529, 2002.
22. CSIRO – *Lasioderma serricorne*. Disponível em <http://sgrl.csiro.au/storage/insects/beetles_moths/Lasioderma_serricorne.html>
Acesso em: 26 mai. 2009
23. CSIRO – *Plodia interpunctella*. Disponível em <http://sgrl.csiro.au/storage/insects/beetles_moths/Plodia_interpunctella.html>
Acesso em: 26 mai. 2009
24. CROWSON, R. A. **The biology of the Coleoptera**. London; New York: Academic Press, 1981.
25. DIEHL, J. F. **Safety of irradiated foods**. 1ed. New York: Marcel Dekker, 1990.
26. EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Disponível em :<<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 17 mai. 2006.
27. EMBRARAD – EMPRESA BRASILEIRA DE RADIAÇÃO. Disponível em: <<http://www.embrarad.com.br/alimentos.asp>> Acesso em: 07 mai. 2008.
28. FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. Facts About Food Irradiation. 1999. Disponível em <<http://www.iaea.org/icgfi/documents/foodirradiation.pdf>>. Acesso em 27 jul. 2006.
29. FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996.

30. FONTES, L. S.; de ALMEIDA FILHO, A. J. ; ARTHUR V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* (LINNÉ, 1763) e *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1855 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em cultivares de arroz (*Oryzae Sativa L.*). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n. 3, p.303-307, 2003.
31. GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO R. P. L. **Manual de entomologia – pragas das plantas e seu controle**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970.
32. GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMI, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988.
33. GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMI, J.D; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.
34. GUEDES, R. N. C. Resistência a Inseticidas: Desafio para o Controle de Insetos de Grãos Armazenados. **Seiva**, v. 50, p. 24-29, 1990
35. GUEDES, R. N. C., RIBEIRO, B. M. Limitações de Métodos de Controle para o Manejo de Pragas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manejo integrado: doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa: UFV, p.325-348, 2000
36. GUEDES, R. N. C.; SANTOS, C. T.; CORRÊA, A. S. Resistência a Inseticidas em Pragas de Produtos Armazenados. In: Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 24-25 de set. 2005, Ribeirão Preto. **Anais da XII Reunião itinerante de fitossanidade do Instituto Biológico**, Ribeirão Preto: Instituto Biológico, p. 13-23, 2005.
37. GUEDES, R. N. C.; FERREIRA, G. H.; CORRÊA, A. S. Resistência a Inseticidas em Pragas de Produtos Armazenados: Situação Atual e Perspectivas. **Boletim Técnico: Instituto biológico**, v. 17, p. 1-19, São Paulo, 2006.
38. GUERIN, J. **Coleópteros do Brasil**. São Paulo: FFCL/USP, 1953.
39. GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **The insects: an outline of entomology**. 1.ed. London: Chapman & Hall, 1994.

40. HAGSTRUM, D.W. Immigration of insects into bins storing newly harvested wheat on 12 Kansas farm. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, p. 221-229, 2001
41. HAINES, C. P.; PRANATA, R. I. Survey on insects and arachnids associated with stored products in some parts of Java. In: PROGRESS IN GRAIN PROTECTION: **Proceedings of the 5th Annual Workshop on Grain Post-harvest Technology**, p. 17-48, 1982, Laguna, Philippines, 1982.
42. HERBARIO. Disponível em: <<http://www.herbario.com.br/dataherb13/2312racaopet.htm>>. Acesso em 20 nov. de 2006
43. HOUSSAIN, M. M.; BROWER, J. H.; TILTON, E. W. Sensitivity to an acute gamma radiation exposure of successively irradiated generations of the cowpea weevil. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n. 6, p. 1566-1568, 1972.
44. HOBBS, B. C.; ROBERTS, D. **Toxinfecções e Controle Higiênico-Sanitário de Alimentos**. São Paulo: Varela, 1998.
45. HU-TSAN.; CHEN-CHIA-CHE.; PENG-WU-KANG. The lethal effect of gamma radiation on *Lasioderma serricorne* (Fabricius). **Formosan Entomologist**, Taiwan, v. 22, n. 2, p.157-162, 2002.
46. IAEA, FAO, WHO. Facts about Food Irradiation, 1999. Disponível em: <<http://www.iaea.org>>. Acesso em: 12 mai. 2009.
47. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY IAEA – IAEA. Training manual on food irradiation technology and techniques, 1982, Vienna, 2. ed., Technical Reports, n. 114, 1982.
48. INTERNATIONAL GROUP OF EXPERTS – ICGFI. Facts about food irradiation, Vienna, 1999.
49. J. A. JACKMAN – *Sitophilus zeamais* – Disponível em <cts.tamu.edu/youth/4H/studymaterials/intermediate/taxalist2/ibug050.html> Acesso em: 26 mai. 2009.
50. JUNIOR, A. A. R. de.; POTENZA, M. R.; CIARLARIELLO, B. G. F. de.; AQUINO, S.; VIEIRA, S. V. dos. **Irradiação de Alimentos: Efeitos no Sistema Biológico**. 2002. (Monografia) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

51. KURTZ, O. L.; HARRIS, K. L. **Micro-analytical entomology for food sanitation control**. Washington: Association of Official Agricultural Chemists, 1962.
52. LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. Curitiba: Ed. do Autor, 1997.
53. LOAHARANU, P.; AHMED, M. Advantages and disadvantages of the use of irradiation for food preservation, **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v.4, n.1, p.14-30, 1991.
54. LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.
55. LORINI, I. **Insetos pragas em grãos armazenados**. Campinas: IBG, 2002. p. 381-397: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; VILDES, M. S. (Eds.). Armazenagem de grãos. .
56. LORINI, I.; BECKEL, H. S. **Mecanismos de resistência das pragas de grãos armazenados**. Campinas: IBG, p. 555-568, 2002: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; VILDES, M. S. (Eds.). *Armazenagem de grãos*..
57. MACHADO, E. H. L.; ALVES, C. A.; FAUSTINO, M. A. da G.; MACHADO, E. C. L. de. Ocorrência de coleópteros em alimentos industrializados para cães, comercializados na região metropolitana de Recife, PE. **Neotropical Entomology**, p. 602-605, 2008.
58. MAGALHÃES, B. P.; CARVALHO, S. M. de. *Insetos associados à cultura*. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1998. p. 573-589: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**, 1998.
59. MAHAPATRA, A. K.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; JULSON, J. L. Applications of Ozone, Bacteriocins and Irradiation in Food Processing: a Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 45, n°6, p. 447-461, 2005.
60. MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DE PRODUTOS ARMAZENADOS - Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <<http://www.den.ufla.br/Professores/Ronald/Disciplinas/Notas%20Aula/Praga%20graos%20armazenados.pdf>> Acesso em: 07 jan. 2006.
61. MELLO, L. C. de. **Irradiação de alimentos**. São Paulo: EDUSP, 2000.

62. MENTEN, L.A.S. **Efeitos da radiação ultravioleta em *Plodia interpunctella*(hubner, 1913)(Lepidoptera – Pyralidae)**. 1982. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba -SP.
63. MOHANDASS, S.; ARTHUR, F.H.; ZHU, K.Y.; THRONE, J.E. Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. ***Journal of Stored Products Research***, v.43, p.302-311, 2007.
64. MOUND, L. ***Common insect pest of stored food products***: a guide to their identification. 7.ed. Londres: British Museum (Natural History), 1989.
65. NANSEN, C.; SUBRAMANYAM B.; R. ROESLI. Characterizing spatial distribution of trap captures of beetles in retail pet stores using SADIE® software. ***Journal of Stored Products Research***, v. 40, p. 471-483, 2004.
66. OMS -Organização Mundial da Saúde -. Inocuidade e idoneidade nutricional de los alimentos irradiados, 1995,
67. PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. de. ***Insetos de grãos armazenados: identificação e biologia***. Campinas: Fundação Cargill, 1995.
68. PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R. Identificação dos principais Coleóptera (Insecta) associados a produtos armazenados. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. Embrapa: Trigo. Documento Online, 75.
69. PERIOTO, N.W. Pragas Quarentenárias. In: Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 26 a 29 de jun. 2001. ***Anais da IV Reunião itinerante de fitossanidade do Instituto Biológico***, Ribeirão Preto: Instituto Biológico, p. 100-103, 2005.
70. Pet Products Brasil – Programa de Promoção de Exportação de Produtos para Animais de Companhia. Disponível em <<http://www.petproductsbrasil.org.br/site/programa.php?lang=pt>>. Acesso em: 03 mar. 2009.
71. REES, D. ***Coleoptera***. New York: Marcel Dekker, 1996, p.1-39; SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. (Eds.). Integrated management of insects in stored products.
72. REES, D. ***Insects of stored grain***: a pocket reference. 2.ed. Australia: Csiro Publishing, 2007.

73. RESH, V.H.; CARDE, R.T. **Encyclopedia of insects**. Boston : Academic Press, 2003.
74. Revista Pet Food Brasil: Pet South America 2009 bate recorde de público com mais de 20 mil visitantes. **Revista Pet Food Brasil**, São Paulo, Ano 1, Ed. 03, jul –ago 2009. Disponível <
<http://www.editorastilo.com.br/pet%20food%20brasil/conteudo/edicaodomes.html>>
 Acesso em: 02 ago. 2009.
75. ROESLI, R.B.; SUBRAMANYAM, J.F.; CAMPBELL; K. KEMP. Stored-product insects associated with a retail pet stored chain in Kansas. **Journal of Economic Entomology**, p. 1958-1966, 2003.
76. ROSSETTO, C.J. **Resistência de milho e pragas da espiga, *Helicoverpa zea* (Boodie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotogra cerealella* (Olivier)**, 1972 – Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba -SP.
77. RYAN, L., **Post-harvest tobacco infestation control**. London: Chapman & Hall, 1995.
78. RUNNER, G. A. Effects of roentgen rays on the tobacco or cigarette beetle and results of experiments with a new form of roentgen tube. **Journal of Agricultural Research**, v. 6, n.11, p. 383-388, 1916.
79. SALUNKHE, D.K.; CHAVAN, J. K.; KADAM, S.S. **Postharvest biotechnology of cereals**. Florida: CRC Press.Inc., 1985.
80. SANTOS, J.P.; FONTES, R.A. Armazenamento e controle de insetos no milho estocado na propriedade agrícola. **Informe Agropecuário Brasileira**, v.25, n.12, p.1687-1692, 1990.
81. SANTOS, J. P. dos. **Métodos preventivos de controle de pragas de grãos armazenado**. Campinas: IBG, 2002. p.399-441: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; VILDES, M. S. (Eds.). Armazenagem de grãos.
82. SILVA, L. K. F.; ARTHUR, V. Efeito do fracionamento de dose de radiação gama sobre *Sitophilus oryzae* (L., 1763) (Col., Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (F., 1792) (Col., Bostrichidae) e *Tribolium castaneum* (Herb. 1797) (Col., Tenebrionidae) 2003. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 253-256, 2004.

83. SINDIRAÇÕES - Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Annual Report**, 3ed., Brasil, 2006.
84. SINDIRAÇÕES - Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Disponível em: < <http://www.sindiracoes.com.br> > Acesso em: 20 jul. 2009.
85. SPOLAORE, A.J.G. Irradiação de alimentos. In: GERMANO, M.I.S.; GERMANO, P.M.L. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. 2ed. São Paulo: Varela, 2003.
86. TRABORLIN, M.J. **Efeitos da Radiação Gama nas fases do ciclo evlutivo da *Plodia interpunctella* (Hubner.,1813)(Lepidóptera-Pyralidae) em dienta artificial.**, 1988 – Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba -SP.
87. TRUSWELL, A.S. Food Irradiation II. **British Medical Journal**, n. 294, p.1437-1438, 1987.