

EFEITO DA RADIAÇÃO GAMA SOBRE INSETICIDAS
DE GRÃOS E PRODUTOS ARMAZENADOS

ESTHER ANGÉLICA CAMACHO MANCO
Engenheiro Agrônomo

Orientador. Prof. Dr. FREDERICO MAXIMILIANO WIENDL

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1987

Aos meus pais

*Leopoldo Camacho Arce
Filomena Manco de Camacho
irmãos e amigos*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Frederico M. Wiendl, pela orientação no preparo deste trabalho e amizade outorgada;

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo, pelos ensinamentos e facilidades oferecidas;

À Comissão Nacional de Energia Nuclear e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do curso de Pós-Graduação:

Ao Dr. Valter Arthur, da Seção de Entomologia do CENA, pelas sugestões e revisão do original;

Ao pessoal do laboratório de Entomologia do CENA, pela amizade e colaboração;

A meu irmão Dr. César Camacho pela sua enorme compreensão e grande apoio durante meus estudos no Brasil;

A Hugo Zepeda, Héliida Borges, Jerônimo G. Villanueva, Marina Vega e Cláudio Mandoline, pela amizade, carinho incentivo dados em todo momento;

A Dra. Diva Athie, pela elaboração do Summary.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	v
SUMMARY	vi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Radiações ionizantes no controle de pragas.	03
2.2. Resistência as radiações pelos insetos	05
2.3. Combinação da radiação com outros métodos de controle	06
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. Inseticidas	10
3.2. Concentrações	11
3.3. Irradiação	11
3.4. Insetos	11
3.5. Método experimental	12
3.6. Método estatístico	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Experimento com deltametrina	15
4.2. Experimento com malathion	29
4.3. Experimento com fenitrothion	43
5. CONCLUSÕES	57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

EFEITO DA RADIAÇÃO GAMA SOBRE INSETICIDAS DE GRÃOS
E PRODUTOS ARMAZENADOS

Autora: ESTHER ANGÉLICA CAMACHO MANCO
Orientador: Prof. Dr. FREDERICO MAXIMILIANO WIENDL

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar a degradação dos inseticidas: deltametrina, malathion e fenitrothion utilizando-se a técnica de impregnação de papel de filtro aos inseticidas e submetidas a doses crescentes de radiação gama de 10, 20 e 40 kGy sob uma taxa de dose de 12,76 kGy por hora.

Para realização do experimento utilizaram-se a dultos de *Sitophilus zeamais* Mots. de uma criação normal mantidos a condições de 25 ± 1 °C de temperatura e umidade relativa de $70 \pm 5\%$, como animais indicadores da degradação dos inseticidas.

Com os resultados das esperanças de vida dos insetos calculou-se as melhores regressões segundo o critério do melhor coeficiente de correlação.

Observou-se que as radiações gama degradaram os inseticidas deltametrina e fenitrothion, porém para este último a degradação foi mais acentuada na dose de 40 kGy. Quanto ao malathion as radiações gama não o degradaram, sendo que os insetos a ele submetido apresentaram esperança de vida (e^x_0) menor que a testemunha.

EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON GRAIN STORAGE INSECTICIDES

Author: ESTHER ANGÉLICA CAMACHO MANCO
Adviser: Prof. Dr. FREDERICO MAXILIMIANO WIENDL

SUMMARY

To study the effect of gamma irradiation on deltametrina, malathion and fenitrothion, the saturated filter paper technique was used.

The filter paper, saturated with the products, was submitted to increasing doses of gamma radiation - 10, 20 and 40 kGu at a 12.76 kGy rate p/h.

Adults of *Sitophilus zeamais* Mots. reared at $25 \pm 1^\circ\text{C}$ and relative humidity of $70 \pm 5\%$ were used.

The dead rate used and life expectancy was calculated using the best regression as indicator of the degradation factor of the insecticide.

It was noted that gamma radiation degraded deltametrina and fenitrothion, the latter more markedly at a 40 kGy dose. Gamma radiation had no effect on malathion and the insects submitted to it showed a life expectancy smaller than the controls.

1. INTRODUÇÃO

Os cereais são de grande importância no mundo, sendo destinado tanto para alimentação humana como animal. Quando armazenados estes são danificados pelas mais diversas causas (temperatura, umidade, ataque de roedores, microrganismos e insetos), dentre os insetos, os que causam grandes perdas qualitativas e quantitativas, pertencem as ordens Coleoptera e Lepidoptera. A infestação pode ainda ocorrer no campo aumentando desta maneira a perda dos grãos. FLOYD *et alii* (1964) observaram que 10% das espigas de milho já se encontravam infestadas na época da colheita, e com nove meses de armazenamento as perdas aumentaram 30%, ocasionada pela ação do *Sitophilus oryzae*. Estimativas feitas por HALL (1971) e PREVETT (1975) mostram que as pragas dos grãos armazenados causam perdas de 10% anualmente, podendo chegar a 35 ou 50% nos países tropicais e subtropicais, onde o armazenamento é feito no meio rural. WIENDL (1975) observou que nas regiões tropicais e subtropicais há maior perda de grãos armazenados e outros produtos alimentícios devido às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos insetos.

Segundo CHAMP e DYTE (1977) *Sitophilus* spp. e *Sitotroga cerealella* são os que causam os maiores danos aos grãos armazenados no mundo. No Brasil, ROSSETTO (1972) também cita o gorgulho *Sitophilus zeamais* e a traça *Sitotroga cerealella* como os dois insetos mais prejudiciais aos cereais armazenados. Sabe-se ainda, que o armazenamento no Brasil é realizado em armazéns convencionais, estocados em sacaria tornando-se operação dispendiosa além do produto estar sujeito a reinfestação através dos sacos, aumentando as perdas dos grãos. LEITÃO et alii (1974) apresentaram uma maneira de contornar a reinfestação, utilizando sacos de papel "kraft" multifolhado resistente até a micrororganismos. Visando diminuir as perdas dos grãos armazenados pode-se utilizar da radiação gama que controla efetivamente as pragas sem acúmulo de resíduos tóxicos, juntamente com barreiras mecânicas tipo papel "kraft" multifolhado colocou um inseticida de longo poder residual e baixa toxicidade nas folhas internas para facilidade de manuseio (WIENDL, 1975).

Este trabalho teve por objetivo verificar o grau de degradação dos inseticidas deltametrina, malathion e fenitrothion, submetidos a ação das radiações gama do Cobalto-60, utilizando-se o controle integrado (físico-químico) no controle das pragas dos grãos armazenados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. RADIAÇÕES IONIZANTES NO CONTROLE DE PRAGAS

Com relação ao controle de pragas muitos métodos de controle são usados, as indústrias de alimento visam principalmente segurança e economia.

No Brasil é muito comum o uso de fumigantes, porém seu uso possui uma série de limitações. Em condições normais não é possível a penetração dos mesmos no interior dos grãos em concentrações suficientes para o controle das pragas. Também o uso de produtos químicos traz como problema os resíduos tóxicos e o desenvolvimento de resistência a estes produtos pelos insetos.

Uma forma de controlar este problema é o uso de métodos alternativos para o controle destas pragas. A técnica da irradiação oferece algumas vantagens, como por exemplo, o tempo de tratamento é menor que o tempo de exposição a fumigantes, não deixa resíduos tóxicos e age internamente nos grãos, TILTON *et alii* (1973), WIENDL (1975).

O primeiro estudo realizado sobre os efeitos da radiação em insetos que atacam os grãos armazenados foi feito por HUNTER (1912) estudou o efeito de raios X sobre

a fertilidade em *Sitophilus oryzae* (L.) não obtendo resultados satisfatórios.

RUNNER (1916) foi o primeiro a alcançar resultados positivos verificando que adultos de *Lasioderma serricornis* (L.) tratados com raios X tornaram-se estéreis.

No Brasil, os primeiros estudos foram realizados por GALLO (1960) irradiando pupas de *Ceratitis capitata* (Wied) e *Diatraea saccharalis* (F.). WIENDL (1969) realizou estudos com o caruncho de feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) determinando as doses de radiação gama para esterilização destes insetos.

As variações das doses determinadas pelas inúmeras pesquisas, deve-se principalmente, a sexo, estágio de desenvolvimento, espécie, alimento, temperatura, tipo de radiação e taxa de dose, como citam os trabalhos de WIENDL (1969), WIENDL (1972), BARBOSA (1976), DOMARCO (1977), DOMARCO (1981), ARTHUR (1981) e ARTHUR (1985).

A técnica do macho estéril não se mostra eficiente como um método de controle de praga de grãos armazenados, CORNWELL *et alii* (1966), PRADHAM *et alii* (1971), especialmente para coleopteros, devido ao aumento potencial da infestação do produto pelos insetos, assim como pelas características de dispersão destes.

WIENDL (1969) provou ser esta técnica eficiente, em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) porém, inviável, devido ao acúmulo de insetos mortos nos grãos.

BROWER e TILTON (1975) verificaram ser esta

técnica eficiente para lepidópteros, levando em consideração algumas características biológicas. Dentre estas, destaca-se o fato de que os adultos não se alimentam, permanecendo apenas na superfície dos grãos, não se aprofundando na massa.

AHMED et alii (1972) e ASHRAFI et alii (1972) estudaram a técnica baseada na esterilização parcial herdada, na qual o efeito letal se manifesta, principalmente pela ação de translocações múltiplas em gerações sucessivas.

2.2. RESISTÊNCIA AS RADIAÇÕES PELOS INSETOS

Nos insetos de produtos armazenados não se observou mudanças na sensibilidade, quando submetidas a doses agudas de irradiação, e mesmo quando expostas a doses sub-esterilizantes para *Sitophilus granarius* (L.) durante duas gerações, CORNWELL e MORRIS (1959).

Segundo BROWN (1960) estudando o mecanismo de resistência do inseto ao malathion, observou-se que esse processo ocorre por desintoxicação. Porém, o dano produzido pela radiação seria na molécula de DNA. Isto não justifica que uma raça seja mais resistente ao inseticida do que a radiação.

BARTLE e BELL (1962) e CORNWELL (1966) mostraram que diferenças genéticas das raças dos insetos teriam diferença na sensibilidade quando irradiadas.

ERDMAN (1966) observou que uma raça de *Tribo-*

lium castaneum (Duval) tolerante ao DDT, era mais sensível as radiações, que uma raça susceptível a este inseticida.

BROWER (1973) em experimento conduzido para determinar a sensibilidade a radiação gama, de duas raças resistentes ao malathion de *Plodia interpunctella* (Hüb.) irradiou as traças com 5 krad, e não observou diferenças significativas quanto ao número de progênies produzidas pelas duas raças. Mostra ainda, que espécies de insetos de grãos armazenados, incluindo *Plodia interpunctella* (Hüb.) não desenvolvem resistência a radiação gama, após 30 gerações de exposição a dose sub-esterilizante.

BROWER (1974.) observou que a dose de 2 krad em adultos de uma raça de *Tribolium castaneum* (Herbst) e de uma raça resistente ao malathion e DDT não revelou diferenças na progênie resultante, num período de 14 dias de oviposição.

2.3. COMBINAÇÃO DA RADIAÇÃO COM OUTROS MÉTODOS DE CONTROLE

TATTERSFIELD e MARTIN (1934), BLACKITH (1952), ZAKI (1956) e GLINNE (1960) estudaram o efeito da radiação ultra-violeta na decomposição das piretrinas, usando fontes de luz solar ou artificial em diferentes soluções de piretrinas sobre superfícies inertes. Embora os métodos utilizados sejam diferentes, os resultados mostram que a absorção de luz ultra-violeta retarda a decomposição fotoquímica das piretrinas.

ROBERTS (1962) conduziu ensaios para determinar degradação de piretrinas, usando radiação fotoelétrica de diversas fontes; luz solar, luz tungstênio e luz infravermelha. Observou que radiação na taxa de 2600 A a 4000 A foi responsável pela perda de atividade do inseticida (degradação).

ERDMAN (1966) concluiu que malathion ou DDT em combinação com radiação gama foi mais efetivo ao controle de pragas de grãos armazenados do que o uso do inseticida ou radiação separada.

Estudos realizados por COGBURN **et alii** (1969) constataram que a radiação gama não afeta a toxicidade nem a degradação química do malathion, trigo ou papel kraft, mesmo quando a radiação usada foi alta (4,3 Mrad), em relação a usada comercialmente. Afirmaram ainda, que a eficiência do malathion quando irradiado não altera o efeito protetor, conservando o trigo ou outros grãos armazenados por um tempo maior.

COGBURN **et alii** (1971), irradiaram trigo contendo ovos, lagartas e pupas de *Sitotroga cerealella* (Oliv.) em desenvolvimento, com radiações gama, radiações infravermelha, radiações gama seguida de raios infravermelhos e radiações infravermelha seguida de radiações gama. O tratamento mostrou-se eficiente quando foram analisadas as porcentagens de adultos emergidos. A sequência dos tratamentos não foi significativa, sendo de 52% para radiações gama e 55,3% para radiações infravermelha. Para ação conjugada, radiação gama, seguida de radiação infravermelha foi de 93,0% e o contrário de 92,8%.

MOFFITT e WHITE (1972) observaram que adultos de *Laspeyresia pomonella* (L.) irradiada com doses de 25 e 40 krad de radiação gama seriam mais tolerantes a aplicação de azinfos metil, carbaril e DDT, do que as traças não irradiadas. Isto porque, doses baixas de irradiação ocasiona um aumento na tolerância ao inseticida em relação a doses altas, podendo ser devido a que doses subesterilizantes muitas vezes, causam a redução no metabolismo; isto reduziria a respiração dos insetos e conseqüentemente, provocaria uma menor absorção do fumigante.

BROWER (1973) realizou testes com raças de *Plodia interpunctella* (Hüb) resistentes a malathion, usando uma dose de 5 krad de radiação gama, e comparou a fecundidade dos insetos irradiados com os da raça não resistente, observando que não houve diferenças significativas entre o número de indivíduos da progênie.

WIENDL **et alii** (1980) trabalhando com adultos de *Tribolium castaneum* (Duval), observou a degradação do permethrin quando irradiado com dose de 10 krad. Na concentração de 20 mg/m², observou que houve uma degradação de aproximadamente 87,5% em relação a testemunha.

EL-KADY* (1981) estudando o controle de pragas do arroz em escala piloto, usou como insetos teste *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium castaneum* (Duval), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) tratados com brometo de metila mais 7,5 krad de radiação gama do Cobalto-60, sendo notada maior eficiência no controle do que o brometo de metila só separadamente.

WIENDL e SGRILLO (1982) observaram que doses de 10 e 20 kGy degradaram o malathion ao se observar a esperança de vida do *Sitophilus oryzae* (L.) e *Tribolium castaneum* (Herbst.).

WIENDL (1982) estudando a degradação de pirimifos metil, utilizando como inseto teste *Laemophloeus ferrugineus* (Steph.), observou que a degradação do inseticida ocorre quando irradiado com doses de 10 kGy e que a degradação é aumentada na dose de 20 kGy.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os ensaios foram realizados nos laboratórios da seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP), Piracicaba, Estado de São Paulo.

3.1. INSETICIDAS

Os inseticidas utilizados são os comumente empregados na desinfestação de grãos armazenados. Estudou-se 13 (treze) concentrações diferentes para cada um dos inseticidas. Todas as concentrações foram diluídas em água destilada na proporção 1:2, sucessivamente.

Dessa maneira foram os seguintes os produtos técnicos empregados:

- Deltametrina-(S) -alfa-ciano-m-fenoxibenzil (1R,3R)-3-(2,2-dibromovinil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato.
- Malathion -0-0 dimetil ditiofosfato de dietil-mercapto-succinato.
- Fenitrothion 0,0-dimetil-0-(3-metil-4-nitrofenil) tionofosfato.

3.2. CONCENTRAÇÕES

A partir desses produtos foram feitas soluções para uso imediato.

- deltametrina de 800 mg/m² até a última concentração de 0,20 mg/m² de papel de filtro.
- malathion de 2400 mg/m² até a última concentração de 0,59 mg/m² de papel de filtro.
- fenitrothion de 1600 mg/m² até a última concentração de 0,39 mg/m² de papel de filtro.

3.3. IRRADIAÇÃO

Após aplicação dos inseticidas no papel de filtro estes foram irradiados com doses de 0 (testemunha), 10, 20 e 40 kGy de radiação gama, provenientes da fonte do Cobalto-60, tipo Gammabeam, modelo G.B.-150 B, da "Atomic Energy of Canada Ltd" instalada na Seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura "CENA" sob uma taxa de dose de 12,76 kGy/hora e atividade da fonte 2.79×10^{14} Bq.

3.4. INSETOS

Nos ensaios foram utilizados insetos adultos de *Sitophilus zeamais* Mots, 1855 com diferentes idades e não

sexados, cuja criação vem sendo mantidas a várias gerações na Seção de Entomologia do CENA, sob condições ambiental controladas de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ de umidade relativa.

Estes insetos foram colocados em placas de Petri contendo papel de filtro tratado com inseticida coberto com tecido de malha fina, preso por meio de elásticos, para evitar a fuga dos insetos e conseqüentemente contaminação dos outros materiais.

3.5. MÉTODO EXPERIMENTAL

Foram usados papéis whatman nº 1, recortados em círculos de aproximadamente 13 cm de diâmetro, impregnados com as diferentes concentrações dos inseticidas. Seguiu-se a técnica de impregnação de papel de filtro descrita pela FAO (1974) com algumas modificações. Cada ensaio teve (13) treze concentrações diferentes, com quatro repetições para cada concentração e quatro doses de radiação gama incluída a testemunha. Os papéis de filtro foram enumerados colocando-se o número de repetições, concentração e dose.

O inseticida diluído da primeira concentração, foi colocado num recipiente de maneira que cada papel de filtro, correspondente a essa concentração, era submergido e deixado um minuto de tal forma que eles absorvessem o inseticida de uma maneira uniforme. Posteriormente estes papéis foram colocados na placa de Petri. Este processo foi repetido para

as demais concentrações. As placas de Petri contendo os papéis de filtro embebidos no inseticida foram levados a uma sala com uma temperatura de 22 - 24°C e umidade relativa de 37% - 87% e deixados em repouso por 24 horas. Os papéis secos foram colocados em sacos plásticos divididos em quatro grupos correspondentes a doses de 0 (testemunha) 10, 20 e 40 kGy de radiação gama. Os insetos testes adultos de *Sitophilus zeamais* foram colocados em número de 15 em cada placa de Petri que continha o papel de filtro seco e irradiado, tampado com tela de nylon fina para evitar a saída dos mesmos.

Para avaliação das respostas fisiológicas das populações expostas às diferentes concentrações dos produtos, adotou-se o critério de mortalidade após 24 horas de exposição a radiação. E posteriormente, fez-se a contagem diária dos insetos mortos até que houvesse a extinção total das populações em cada repetição. Estes dados de mortalidade foram utilizados para calcular as respectivas esperanças de vida (e^x_0) de cada repetição. O grau de degradação foi determinado comparando as esperanças de vida (e^x_0) nos tratamentos que receberam radiação com a testemunha. Se estas são maiores que a testemunha houve degradação.

3.6. MÉTODO ESTATÍSTICO

Com os dados obtidos se realizaram as análises estatísticas dos inseticidas, para determinar qual a re-

lação entre as esperanças de vida média (e_0^x) dos adultos de *Sitophilus zeamais* (Y) com as concentrações dos inseticidas (x) segundo as doses de radiação gama. A qual foi feita recorrendo a análise de regressão linear simples. O programa denominado "curvas" foi usado para testar 25 modelos diferentes de regressão linear simples cuja equação transformada é: $Y' = a + bx'$ onde as transformações das variáveis são:

Para deltametrina $x' = x^2$ $Y' = \frac{1}{Y}$

$x' = \sqrt{x}$ $Y' = \frac{1}{Y}$

Para malathion $x' = \sqrt{x}$ $Y' = \frac{1}{Y}$

Para fenitrothion $x' = \frac{1}{x}$ $Y' = Y^2$

Com as equações obtidas, se procedeu o teste estatístico das mesmas, usando para ele o teste F_0 , se o teste é significativo indicará a existência das relações entre as duas variáveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade diária, determinada pelas contagens de insetos adultos *Sitophilus zeamais* Mots, foi utilizada para os cálculos das esperanças de vida (e_0^x), e cujos resultados são apresentados na forma de Tabelas e Figuras.

4.1. EXPERIMENTO COM DELTAMETRINA

Nas Tabelas 1 a 4 se observam as esperanças de vida (e_0^x), em dias, para a testemunha e as doses de radiação 10, 20 e 40 kGy respectivamente. Estes mesmos resultados são apresentados graficamente nas Figuras 1 a 4. A Tabela 5 mostra as esperanças de vida (e_0^x) médias dos quatro tratamentos, da testemunha e das doses de radiação, as quais são apresentadas na forma gráfica na Figura 5. Do mesmo modo na Tabela 6, encontram-se os resultados das relações entre as esperanças de vida média (e_0^x) (Y) e as concentrações (X), encontra-se ainda o coeficiente de correlação "r" e o teste F. Finalmente a Tabela 7 apresenta as somatórias das esperanças de vida média relacionadas com a testemunha e as

Tabela 1. Esperança de vida (e_o^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de deltametrina.

Concentração (mg/m ²)	Testemunha			
	e_o^x (em dias)			
	1	2	3	4
800	0,50	0,50	0,50	0,50
400	1,44	1,65	1,57	1,37
200	1,64	1,86	1,37	1,90
100	2,17	2,23	2,30	1,97
50	1,83	1,90	2,23	1,63
25	2,14	2,30	2,50	2,00
12,5	2,57	2,29	2,90	2,43
6,25	2,43	2,57	2,37	2,63
3,13	2,36	2,83	2,77	2,00
1,56	2,90	2,31	2,73	2,50
0,78	2,62	2,97	2,50	2,50
0,39	2,58	2,25	2,94	2,30
0,20	2,50	2,81	2,64	2,58

Tabela 2. Esperança de vida (e_x^0), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de deltametrina e dose de 10 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 10 kGy			
	Repetições das e_x^0 (em dias)			
	1	2	3	4
800	0,75	1,37	1,22	1,27
400	1,57	1,81	0,88	1,63
200	1,81	2,07	2,27	2,14
100	1,83	1,83	2,25	1,83
50	2,50	2,36	2,17	2,43
25	2,50	2,23	2,38	2,12
12,5	3,00	2,97	2,43	3,17
6,25	2,81	2,90	3,03	2,57
3,13	3,12	3,17	2,67	3,30
1,56	3,00	3,29	3,29	2,50
0,78	3,37	3,62	3,00	2,35
0,39	3,03	3,23	2,80	2,62
0,20	3,00	2,79	3,50	3,03

Tabela 3. Esperança de vida (e_o^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de deltametrina e dose de 20 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 20 kGy			
	Repetições das e_o^x (em dias)			
	1	2	3	4
800	1,50	1,57	1,50	1,50
400	1,57	2,71	1,88	1,75
200	2,19	1,35	2,43	2,50
100	2,21	2,23	2,37	2,43
50	2,04	2,63	2,50	2,36
25	2,77	2,32	2,90	3,27
12,5	3,30	3,23	3,03	3,23
6,25	3,19	3,29	3,30	3,57
3,13	3,30	3,10	3,10	2,70
1,56	2,64	3,50	3,37	3,17
0,78	3,57	3,42	2,93	3,03
0,39	3,00	2,70	2,97	2,93
0,20	2,64	3,00	2,63	3,03

Tabela 4. Esperança de vida (e_0^x), em dias, de adulto de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de deltametrina e dose de 40 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 40 kGy			
	Repetições das e_0^x (em dias)			
	1	2	3	4
800	1,69	1,85	1,37	1,83
400	1,50	2,30	2,10	1,63
200	1,63	2,35	1,79	2,09
100	2,86	2,43	2,30	2,25
50	2,64	2,79	2,56	2,36
25	3,23	2,57	2,90	2,77
12,5	2,43	2,97	2,70	3,31
6,25	2,57	2,64	3,43	2,70
3,13	3,07	3,21	3,21	2,79
1,56	2,58	2,70	3,17	2,63
0,78	3,23	3,17	3,17	3,17
0,39	3,35	3,12	2,77	3,21
0,20	3,21	3,00	2,77	2,83

Tabela 5. Esperança de vida média (e_0^x), em dias de adultos de *Sitophilus zeamais* das quatro repetições, em diferentes concentrações de deltametrina, e doses de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	e_0^x (em dias)			
	Test.	10 kGy	20 kGy	40 kGy
800	0,50	1,15	1,52	1,69
400	1,51	1,47	1,98	1,88
200	1,69	2,07	2,12	1,97
100	2,17	1,84	2,31	2,46
50	1,90	2,37	2,38	2,59
25	2,24	2,31	2,82	2,87
12,5	2,55	2,89	3,20	2,85
6,25	2,50	2,83	3,34	2,84
3,13	2,49	3,07	3,05	3,07
1,56	2,61	3,02	3,17	2,77
0,78	2,65	3,09	3,24	3,19
0,39	2,52	2,92	2,90	3,11
0,20	2,63	3,08	2,83	2,95

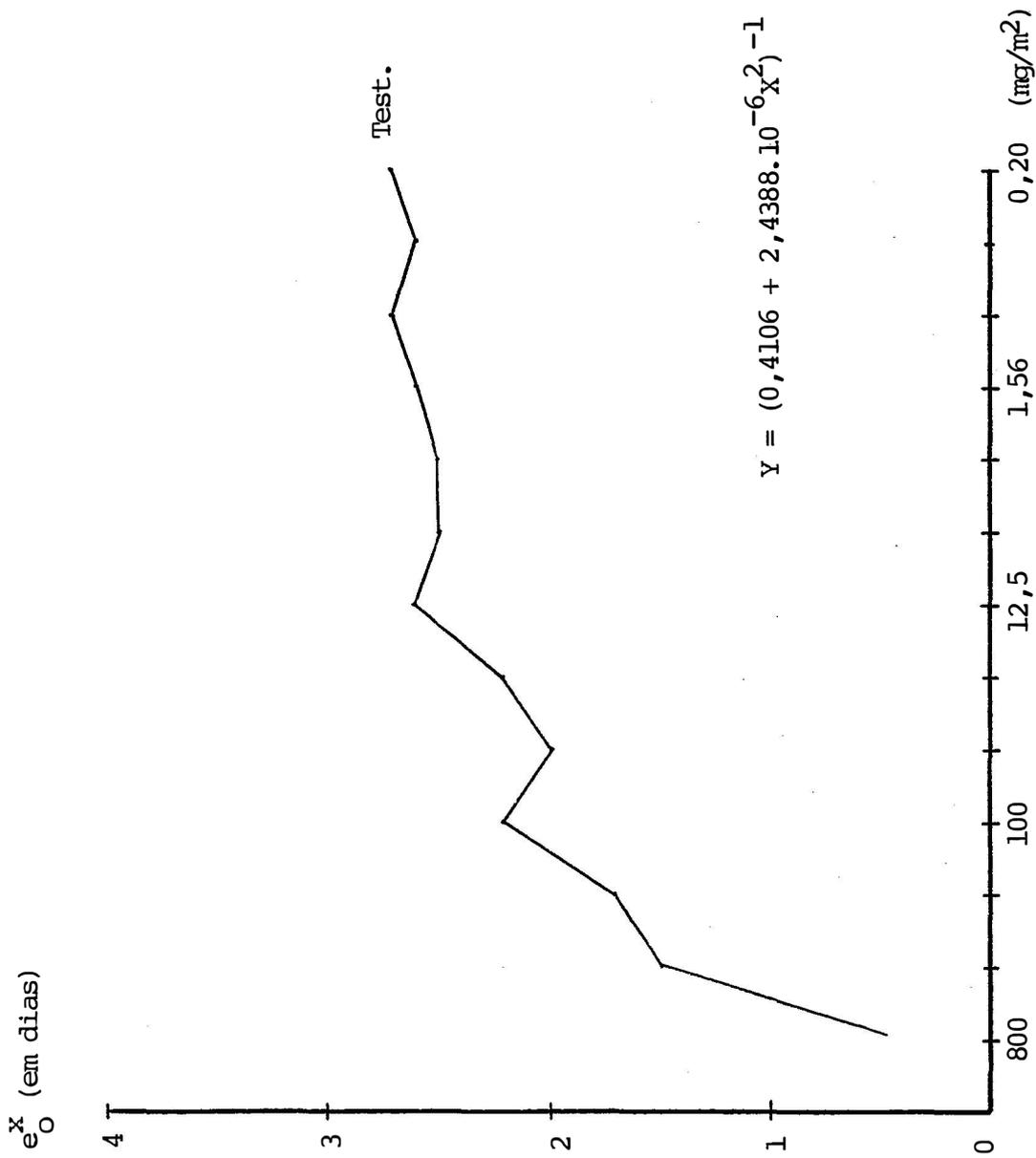


Figura 1. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de deltametrina.

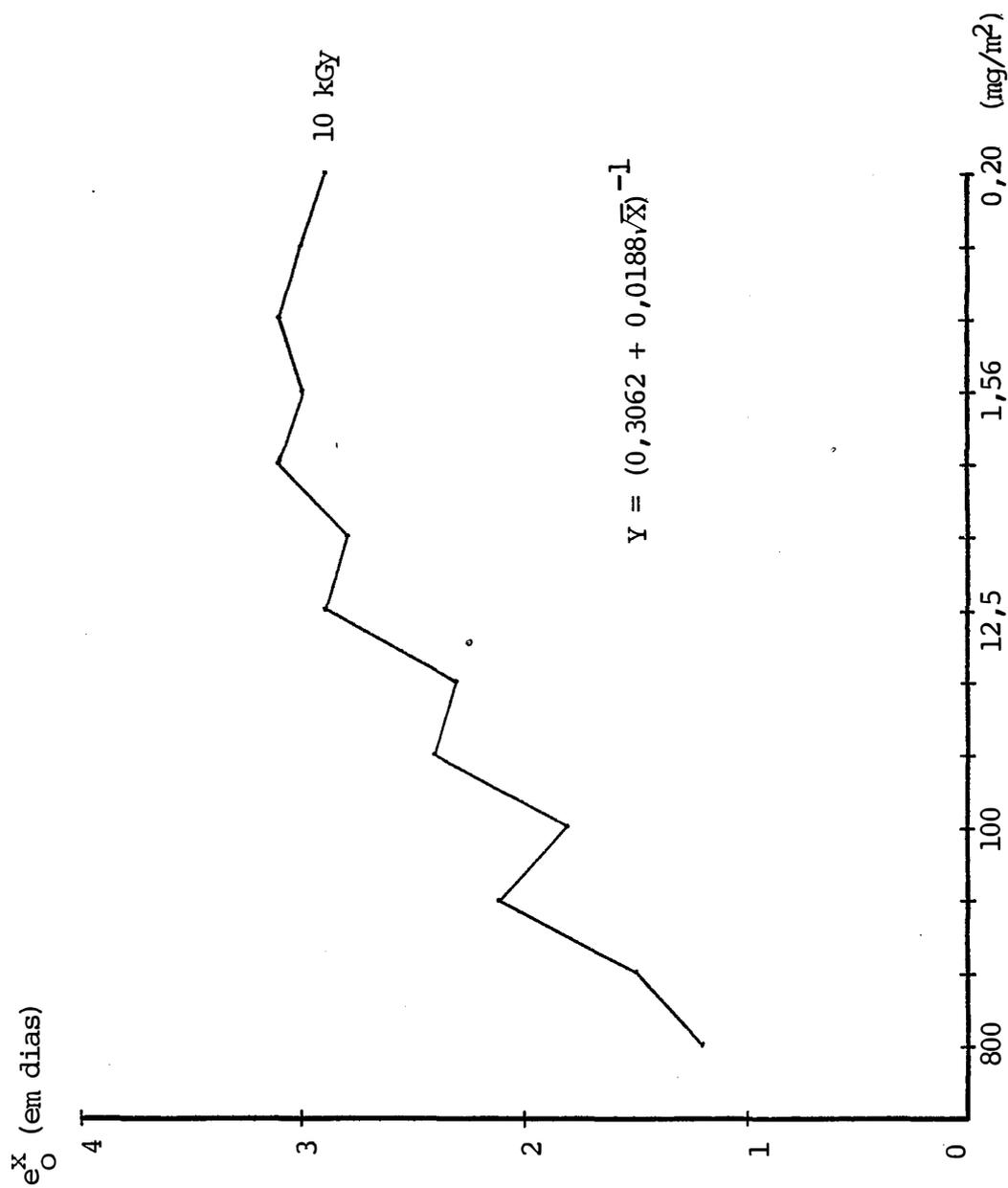


Figura 2. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de deltametrina, submetida a 10 kGy de radiação gama.

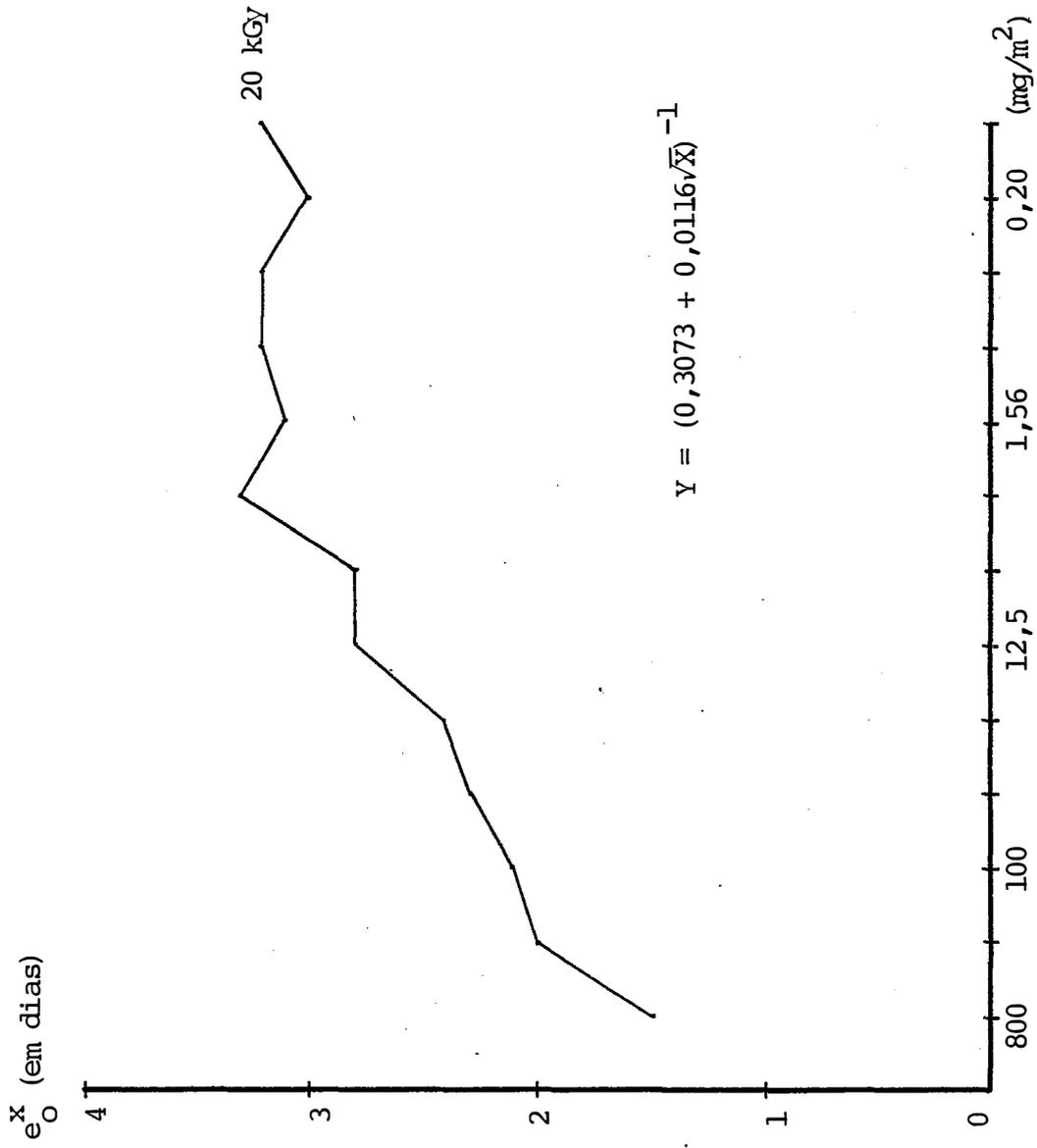


Figura 3. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de deltametrina, submetidas a 20 kGy de radiação gama.

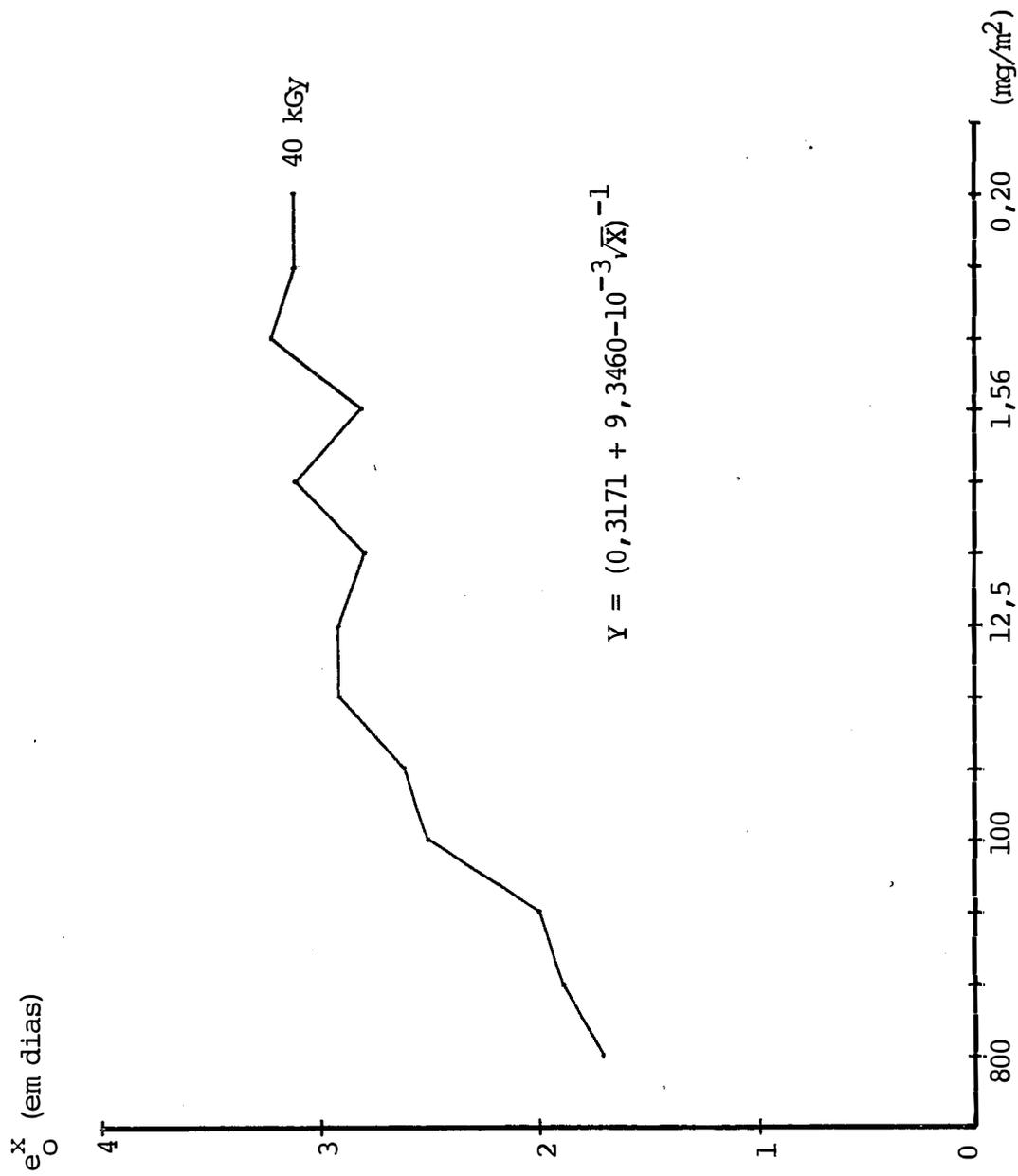


Figura 4. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de deltametrina, submetida a 40 kGy de radiação gama.

Tabela 6. Equações de relação entre as esperanças de vida média de adultos de *Sitophilus zeamais* (Y) e as concentrações de deltametrina (X).

Dose de radiação	Regressões calculadas	Coefficientes de correlação "r"	Valor F
Test.	$Y = (0,4106 \div 2,4388 \cdot 10^{-6} X^2)^{-1}$	0,9903	561**
10	$Y = (0,3062 + 0,0188\sqrt{x})^{-1}$	0,9782	244**
20	$Y = (0,3073 + 0,0116\sqrt{x})^{-1}$	0,9677	162**
40	$Y = (0,3171 + 0,3460 \cdot 10^{-3}\sqrt{x})^{-1}$	0,9681	164**

** Significativo ao nível de 0,1%

Tabela 7. Somatória das esperanças de vida (e_o^x) total em relação com a dose de radiação, para deltametrina.

e_o^x (em dias)	Test.	10 kGy	20 kGy	40 kGy
Σ	27,96	32,11	34,86	34,24

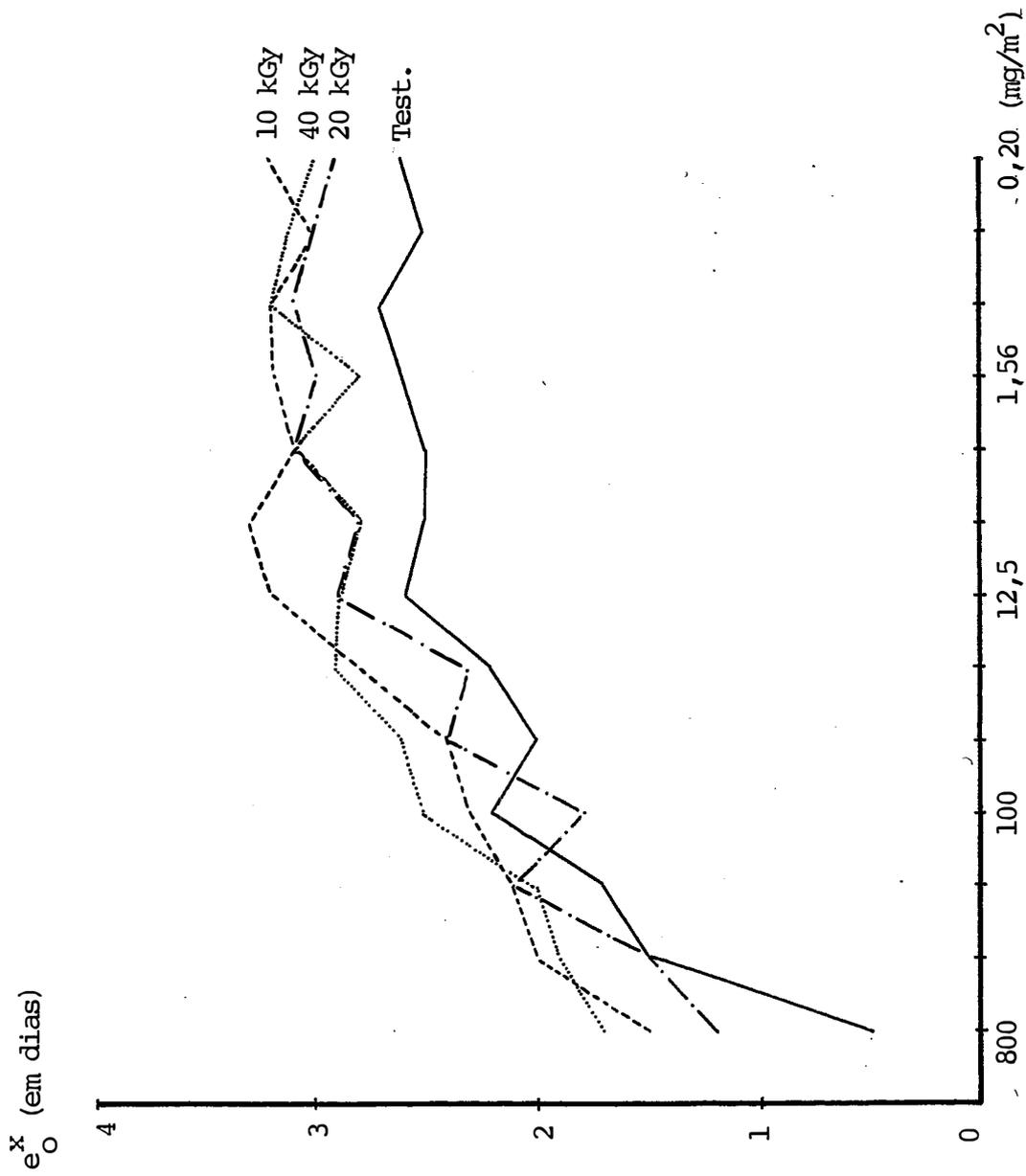


Figura 5. Curvas de relação entre as esperanças de vida (e_0^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de deltametrina, submetidas a 10, 20 e 40 kGy de radiação gama, sendo uma testemunha.

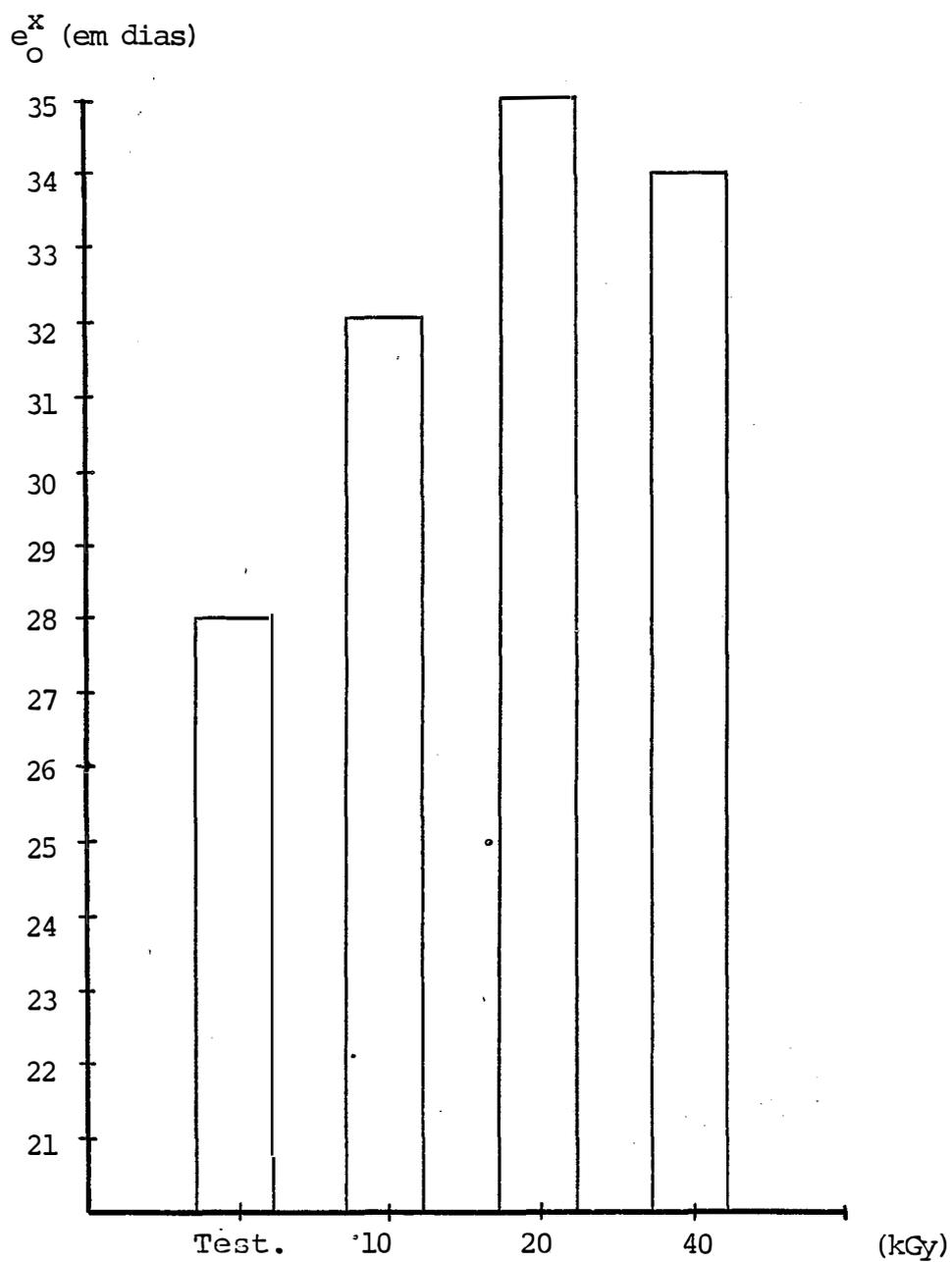


Figura 6. Esperança de vida total (e_0^x) para *Sitophilus zeamais* conforme dose crescente de radiação gama, para deltametrina.

respectivas doses de radiação, a qual é apresentado em forma de histograma na Figura 6.

Segundo as Tabelas 1 a 4 e Figuras 1 a 4, observou-se que as esperanças de vida dos quatro tratamentos, tanto na testemunha como as diferentes doses de radiação, variam nos seus valores, podendo isto ser ocasionado por erros técnicos involuntários. Pode-se observar na Tabela 5 e Figura 5 que na concentração de 800 mg/m^2 as esperanças de vida médias, são reduzidas podendo ter acontecido pela alta toxicidade do inseticida nesta concentração. Pode-se dizer ainda que nas concentrações iguais e inferiores a 25 mg/m^2 as esperanças de vida média, são aproximadamente constantes, verificando-se o poder tóxico do inseticida, mesmo na concentração de $0,20 \text{ mg/m}^2$. Nota-se também que na concentração de 50 mg/m^2 irradiado com 40 kGy, correspondente com a concentração de $1,56 \text{ mg/m}^2$ na testemunha, observando-se uma degradação de 96,88% na testemunha.

Segundo a mesma Tabela e Figura observa-se que em geral para as diferentes doses de radiação as esperanças de vida são maiores que a testemunha indicando desta forma que houve degradação. Observa-se, também, que o inseticida degradou mais na dose de radiação de 20 kGy seguido pela dose de 40 e 10 kGy. Estes mesmos resultados são confirmados pela Tabela 7 e Figura 6. Do mesmo modo verifica-se que o grau de degradação é maior quanto menor as concentrações.

No concernente à relação das esperanças de vida média e concentrações do inseticida (Tabela 6) encontraram-se uma relação positiva. É assim que as equações determina-

das, tanto para testemunha e as respectivas doses de radiação, são eficientes estimadores das esperanças de vida média. O teste F indica que as quatro equações são significativas ao nível de 0,1% de probabilidade, sendo que a testemunha apresenta o valor F maior, porém entre os tratamentos que sofreram irradiação o que apresentou maior grau de associação foi a dose de 10 kGy seguida das doses de 40 e 20 kGy, sendo os valores de correlação também altos.

4.2. EXPERIMENTO COM MALATHION

As Tabelas 8 a 11 apresentam as esperanças de vida (e^X_0), em dias, para a testemunha e as doses de radiação 10, 20 e 40 kGy respectivamente. Estes mesmos resultados são apresentados graficamente nas Figuras 7 a 10. A fim de facilitar a análise destes resultados, agrupamos os valores das esperanças de vida média, dos quatro tratamentos da testemunha e dose de radiação (Tabela 12) as quais são apresentadas em forma gráfica na Figura 11. Assim encontram-se na Tabela 13 os resultados das relações entre as esperanças de vida média (Y) e as concentrações (X), ainda nesta Tabela constam os respectivos coeficientes de correlação "r" e o teste F. Por último na Tabela 14 encontram-se as somatórias das esperanças de vida média relacionadas com a testemunha e as respectivas doses de radiação sendo apresentada no histograma da Figura 12.

Tabela 8. Esperança de vida (e_0^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de malathion.

Concentração (mg/m ²)	Testemunhas			
	e_0^x (em dias)			
	1	2	3	4
2.400	1,38	1,50	0,50	0,50
1.200	1,27	1,74	0,90	0,70
600	1,86	2,12	2,36	1,23
300	1,91	2,50	1,03	1,97
150	2,04	1,83	2,50	1,61
75	2,85	2,90	2,86	2,64
37,50	3,95	3,29	3,39	3,32
18,75	4,00	4,19	4,10	4,00
9,38	5,21	4,32	4,70	5,42
4,69	4,17	6,62	5,37	5,21
2,34	7,14	6,25	6,93	5,43
1,17	6,88	8,50	7,69	6,75
0,59	6,30	6,00	6,64	6,50

Tabela 9. Esperança de vida (e_o^x), em dias, de adulto de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de malathion e a dose de 10 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 10 kGy			
	Repetições das e_o^x (em dias)			
	1	2	3	4
2.400	1,23	1,43	1,23	1,00
1.200	1,69	2,00	1,77	0,94
600	1,72	1,78	1,91	0,83
300	1,42	3,06	2,31	1,43
150	1,81	2,06	2,17	2,12
75	1,81	3,32	2,57	3,23
37,50	3,19	3,70	3,73	3,36
18,75	3,36	3,61	4,10	3,13
9,38	4,74	4,65	3,56	5,30
4,69	4,20	5,70	5,00	5,44
2,34	5,23	6,07	7,11	4,31
1,17	1,97	4,29	6,11	6,37
0,59	5,97	6,43	6,65	6,65

Tabela 10. Esperança de vida (e_0^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de malathion e a dose de 20 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 20 kGy			
	Repetições das e_0^x (em dias)			
	1	2	3	4
2.400	1,75	2,50	1,09	0,70
1.200	2,00	1,63	1,06	0,86
600	3,09	1,37	2,43	0,50
300	2,13	2,83	1,63	1,36
150	2,50	1,29	1,77	1,81
75	2,50	3,50	3,03	2,63
37,50	3,03	2,60	2,61	3,17
18,75	3,21	3,12	3,50	2,10
9,38	5,37	4,12	4,08	4,37
4,69	4,36	5,32	4,63	4,23
2,34	6,23	7,30	7,04	5,03
1,17	2,50	3,64	5,43	4,42
0,59	5,88	6,10	6,58	6,00

Tabela 11. Esperança de vida (e_0^x), em dias, de adultos, de *Sitophilus zeamays* em diferentes concentrações de malathion e a dose de 40 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 40 kGy			
	Repetições das e_0^x (em dias)			
	1	2	3	4
2.400	1,43	1,43	0,81	1,56
1.200	1,70	2,19	0,50	0,70
600	2,04	1,88	2,83	0,86
300	2,21	1,79	1,50	2,23
150	2,58	2,50	2,05	2,23
75	2,43	2,41	2,85	2,21
37,50	3,33	3,33	3,14	2,97
18,75	4,17	3,14	3,07	2,23
9,38	4,64	4,73	4,75	4,14
4,69	5,70	4,85	5,04	4,36
2,34	5,30	5,37	5,88	6,75
1,17	1,17	2,00	3,90	6,05
0,59	6,71	6,56	4,50	5,63

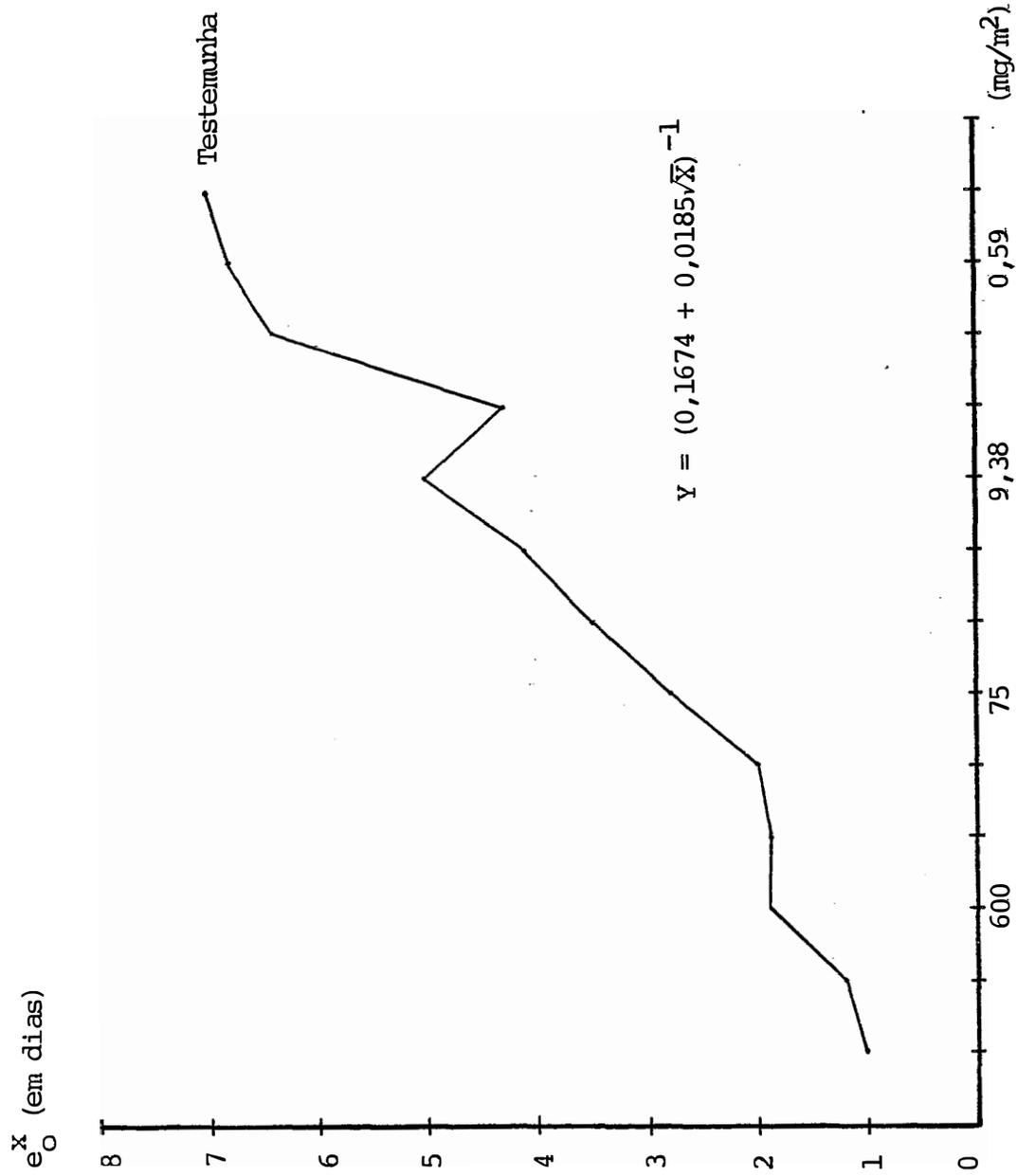


Figura 7. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de malathion.

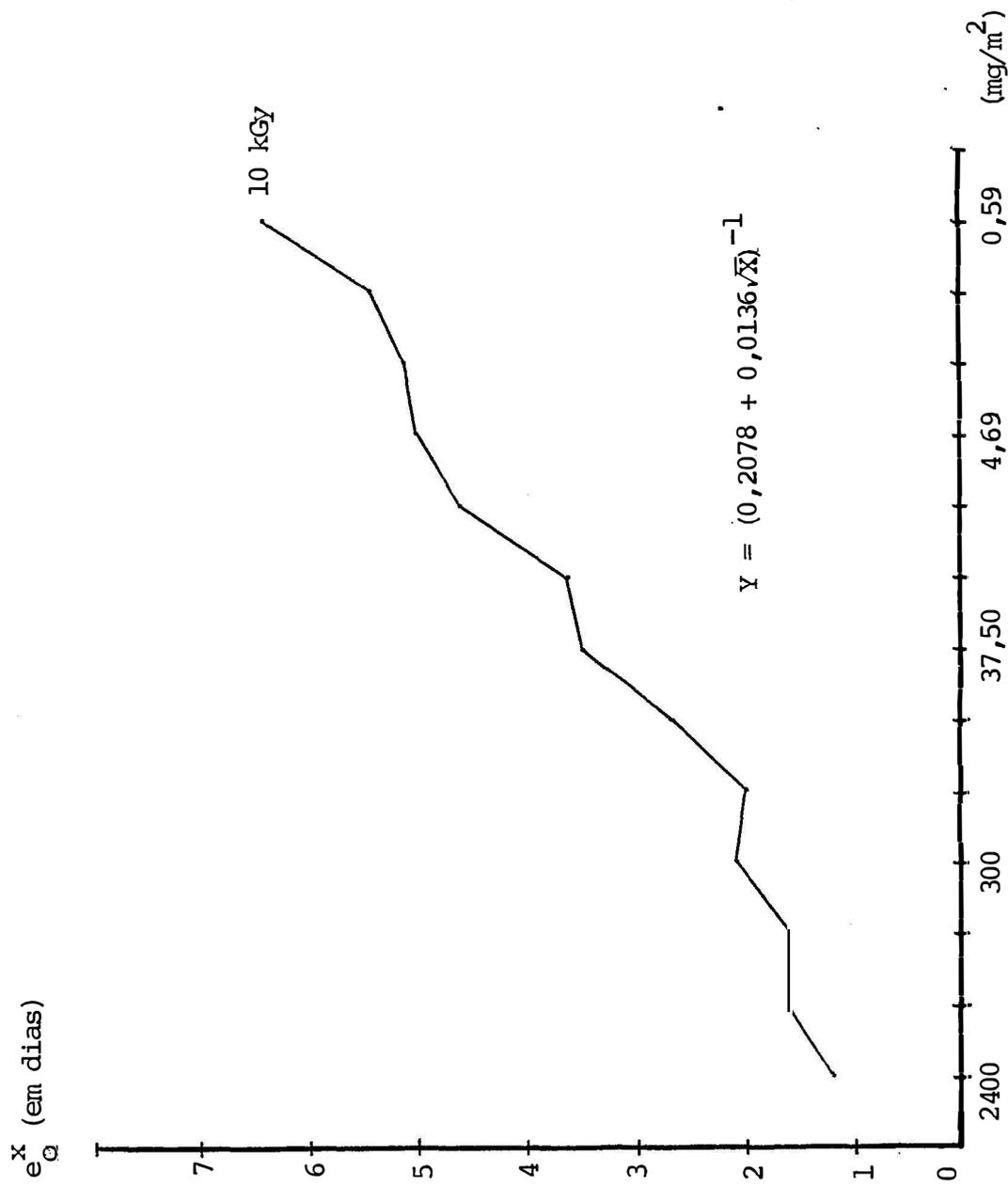


Figura 8. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_Q^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de malathion, submetida a 10 kGy de radiação gama.



Figura 9. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_0^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de malathion, submetida a 20 kGy de radiação gama.

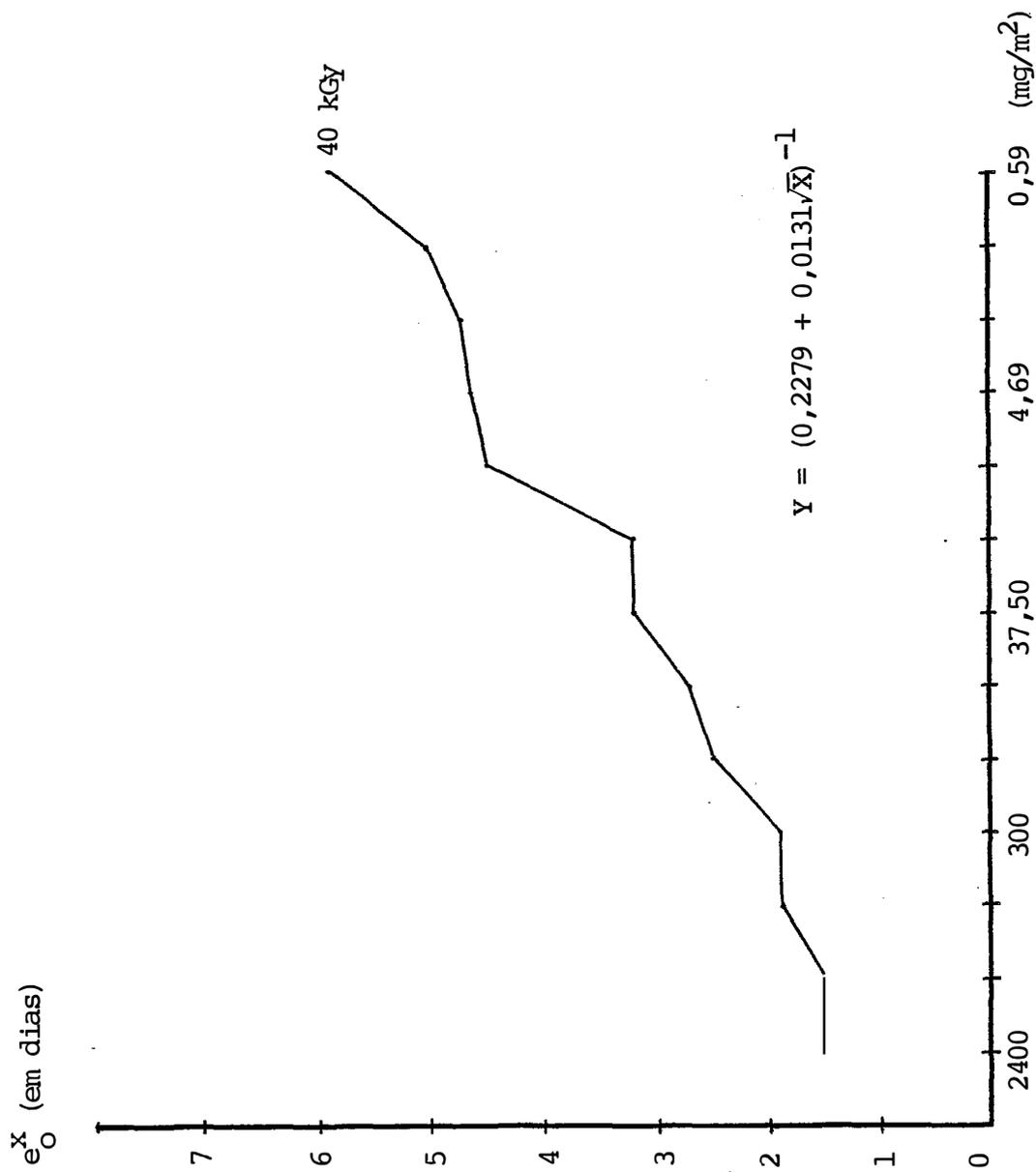


Figura 10. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de malathion, submetida a 40 kGy de radiação gama.

Tabela 12. Esperança de vida média (e_0^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* das quatro repetições, em diferentes concentrações de malathion, conforme as doses de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	e_0^x (em dias)			
	Test.	10 kGy	20 kGy	40 kGy
2.400	0,97	1,22	1,51	1,31
1.200	1,15	1,60	1,39	1,27
600	1,89	1,56	1,85	1,90
300	1,85	2,06	1,99	1,93
150	2,00	2,04	1,84	2,34
75	2,81	2,73	2,92	2,48
37,50	3,49	3,50	2,85	3,19
18,75	4,07	3,55	2,98	3,15
9,38	4,91	4,56	4,49	4,57
4,69	4,30	5,09	4,65	4,99
2,34	6,44	5,68	6,40	5,83
1,17	7,46	4,69	4,00	3,28
0,59	6,36	6,43	6,14	5,85

e^x_0 (em dias)

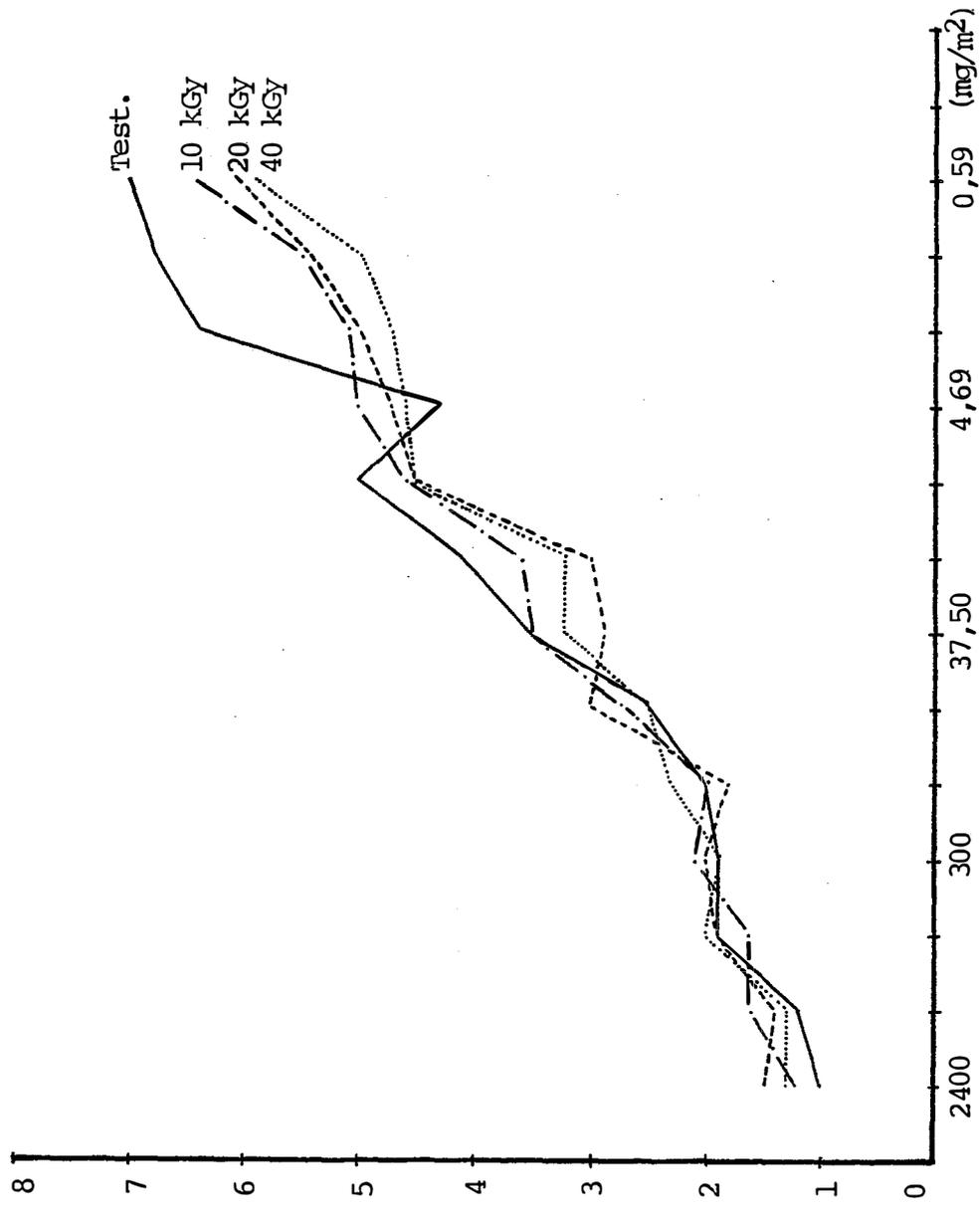


Figura 11. Curvas de relação entre as esperanças de vida (e^x_0) de adultos de *Sitophilus zeamais* conforme diferentes concentrações de malathion, submetida a 10, 20 e 40 kGy de radiação gama, e uma testemunha,

Tabela 13. Equações de relação entre as esperanças de vida (e_0^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* (Y) e as concentrações de malathion (X).

Dose de radiação	Regressões calculadas	Coefficiente de correlação "r"	Valor F
Test.	$Y = (0,1674 + 0,0185\sqrt{x})^{-1}$	0,9816	291**
10	$Y = (0,2078 + 0,0136\sqrt{x})^{-1}$	0,9602	130**
20	$Y = (0,2402 + 0,0114\sqrt{x})^{-1}$	0,8978	45**
40	$Y = (0,2279 + 0,0131\sqrt{x})^{-1}$	0,9467	94**

** Significativo ao nível 0,1%.

Tabela 14. Somatória das esperanças de vida total (e_0^x) em relação com a dose de radiação, para malathion.

e_0^x (em dias)	Test.	10 kGy	20 kGy	40 kGy
Σ	47,70	44,71	43,01	42,09

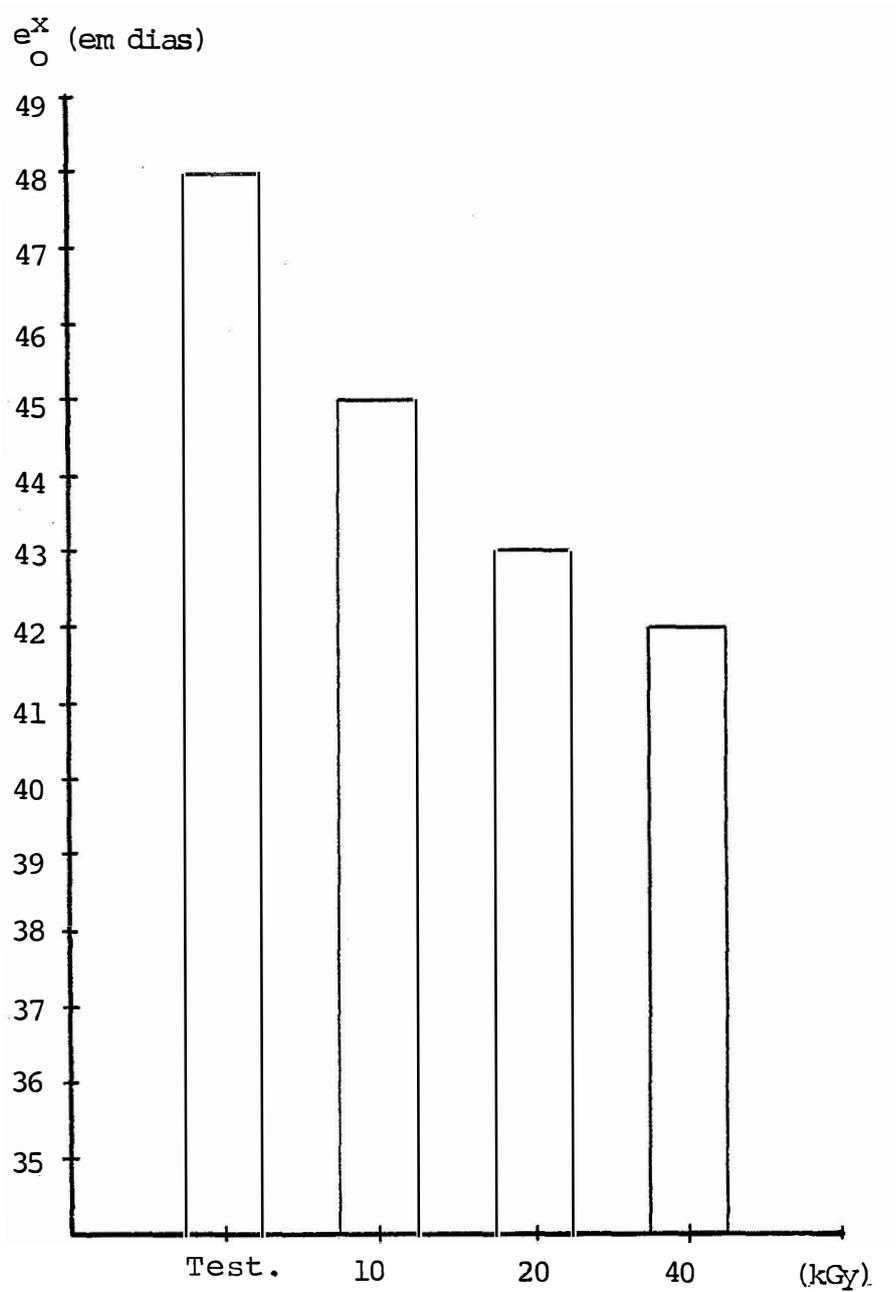


Figura 12. Esperança de vida total (e_0^x) para *Sitophilus zeamais* conforme doses crescentes de radiação gama, para malathion.

Pelos resultados das Tabelas 8 a 11 e Figuras 7 a 10 pode-se observar ao igual que no experimento para deltametrina que as esperanças de vida dos quatro tratamentos variam nos seus valores. Verifica-se na Tabela 12 e Figura 12 que nas concentrações de $37,50 \text{ mg/m}^2$ ou inferiores, o inseticida perdeu rapidamente seu efeito tóxico, permitindo aos insetos uma longevidade significativamente maior. Ainda segundo esta Tabela e Figura, observou-se que para as diferentes doses de radiação as esperanças de vida média diferem muito pouco uma da outra e são menores que a testemunha indicando deste modo que não houve degradação. Estes resultados são confirmados por COGBURN *et alii* (1969) e diferem de Wiendl (1982). Pode-se ainda ver mais claramente estes resultados na Tabela 14 e Figura 12.

Pela Tabela 13 observa-se que as esperanças de vida média em relação com as concentrações do inseticida possuem uma boa relação positiva. Sendo que as equações determinadas, tanto para testemunha e as respectivas doses de radiação, ao igual que para deltametrina são eficientes estimadores das esperanças de vida média. Por outro lado, segundo o teste F, as quatro equações são significativas ao nível de 0,1% de probabilidade, sendo que a testemunha apresenta o valor F maior, porém nos tratamentos que sofreram irradiação o que apresenta o maior grau de associação foi o que recebeu dose de 10 kGy seguida das doses de 40 e 20 kGy; mostrando também, nesta Tabela que os valores de correlação são altos.

4.3. EXPERIMENTO COM FENITROTHION

As Tabelas 15 a 18 e Figura 13 a 17 apresentam as esperanças de vida, em dias, para a testemunha e doses de radiação 10, 20 e 40 kGy respectivamente. Por outro lado, na Tabela 19 se observa as esperanças de vida média, dos quatro tratamentos testemunha e doses de radiação, as quais são apresentadas na forma gráfica na Figura 17. Ainda encontram-se na Tabela 20, os resultados das relações entre as esperanças de vida média (Y), e as concentrações (X) do inseticida, o coeficiente de correlação "r" e teste F e, finalmente, na Tabela 21 se observam as somatórias das esperanças de vida média relacionadas com a testemunha e as respectivas doses de radiação. A qual é apresentada graficamente na Figura 18.

Segundo as Tabelas 15 a 18 e Figura 13 a 16, observou-se que as esperanças de vida dos quatro tratamentos, diferem nos seus valores, como no caso dos inseticidas anteriores. Pode-se observar na Tabela 19 e Figura 17 que na concentração de $6,25 \text{ mg/m}^2$ e superior a esta, as esperanças de vida média não diferem muito, constatando-se o poder tóxico do inseticida até esta concentração, tanto na testemunha, como nos tratamentos com irradiação. Observa-se na mesma Tabela e Figura de forma geral que para as doses de radiação de 10 e 40 kGy as esperanças de vida média, são maiores que a testemunha o que não acontece na dose de 20 kGy devido provavelmente a erro técnico. Porém na Tabela 21 e Figura 18, pode-se observar de uma forma global que as esperanças de vida média são

Tabela 15. Esperanças de vida (e_0^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de fenitrothion.

Concentração (mg/m ²),	Testemunhas			
	e_0^x (em dias)			
	1	2	3	4
1.600	0,70	0,77	0,70	0,93
800	0,57	1,03	0,70	0,77
400	0,97	0,79	1,61	1,06
200	0,71	0,90	0,63	1,03
100	0,77	0,97	1,06	1,03
50	0,83	0,63	0,64	0,83
25	0,57	0,64	0,71	0,63
10,50	0,70	0,77	0,77	0,70
6,25	0,58	0,83	0,93	0,77
3,13	1,10	1,58	1,03	0,77
1,56	1,90	2,03	1,90	1,50
0,78	3,37	3,30	3,97	3,69
0,39	4,58	4,93	4,50	3,93

Tabela 16. Esperança de vida (e_0^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de fenitrothion e a dose de 10 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 10 kGy			
	Repetições das e_0^x (em dias)			
	1	2	3	4
1.600	0,63	0,83	0,50	0,50
800	0,77	0,97	0,86	1,30
400	0,57	0,63	1,77	0,63
200	0,88	1,10	1,37	1,37
100	0,57	0,86	0,70	0,70
50	0,69	0,90	0,63	1,03
25	1,75	1,17	1,00	1,07
12,50	0,97	0,70	1,50	1,25
6,25	1,50	1,30	1,30	1,42
3,13	0,77	0,77	1,30	1,90
1,56	1,83	2,43	2,43	2,06
0,78	3,70	3,43	3,43	4,10
0,39	4,43	4,79	4,29	4,77

Tabela 17. Esperanças de vida (e_0^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações do fenitrothion e a dose de 20 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 20 kGy			
	Repetições das e_0^x (em dias)			
	1	2	3	4
1.600	1,03	0,69	0,86	0,50
800	0,70	0,71	0,83	0,83
400	0,90	0,86	1,03	0,63
200	1,03	0,86	0,83	0,97
100	0,94	1,05	0,70	0,57
50	1,03	0,93	0,90	1,03
25	1,00	0,77	1,03	0,83
12,50	0,90	0,83	0,90	1,30
6,25	1,03	1,00	1,21	1,50
3,13	1,37	1,17	1,07	1,10
1,56	2,10	2,37	1,93	2,50
0,78	3,65	3,30	3,73	3,42
0,39	3,97	3,97	4,00	4,63

Tabela 18. Esperança de vida (e_O^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* em diferentes concentrações de fe nitrotion e a dose de 40 kGy de radiação gama.

Concentração (mg/m ²)	Dose 40 kGy			
	Repetições das e_O^x (em dias)			
	1	2	3	4
1.600	0,77	0,69	0,90	0,57
. 800	0,70	0,64	0,97	0,70
400	0,63	1,03	0,83	0,70
200	0,65	0,70	0,81	0,83
100	0,50	0,81	0,70	0,83
50	1,03	1,30	1,29	0,77
25	1,12	1,31	1,29	1,10
12,50	0,90	1,31	2,10	1,70
6,25	0,92	1,50	1,97	2,50
3,13	1,93	2,07	2,43	2,63
1,56	2,50	2,67	3,42	2,71
0,78	4,42	4,10	4,30	4,77
0,39	5,64	5,43	5,57	6,00

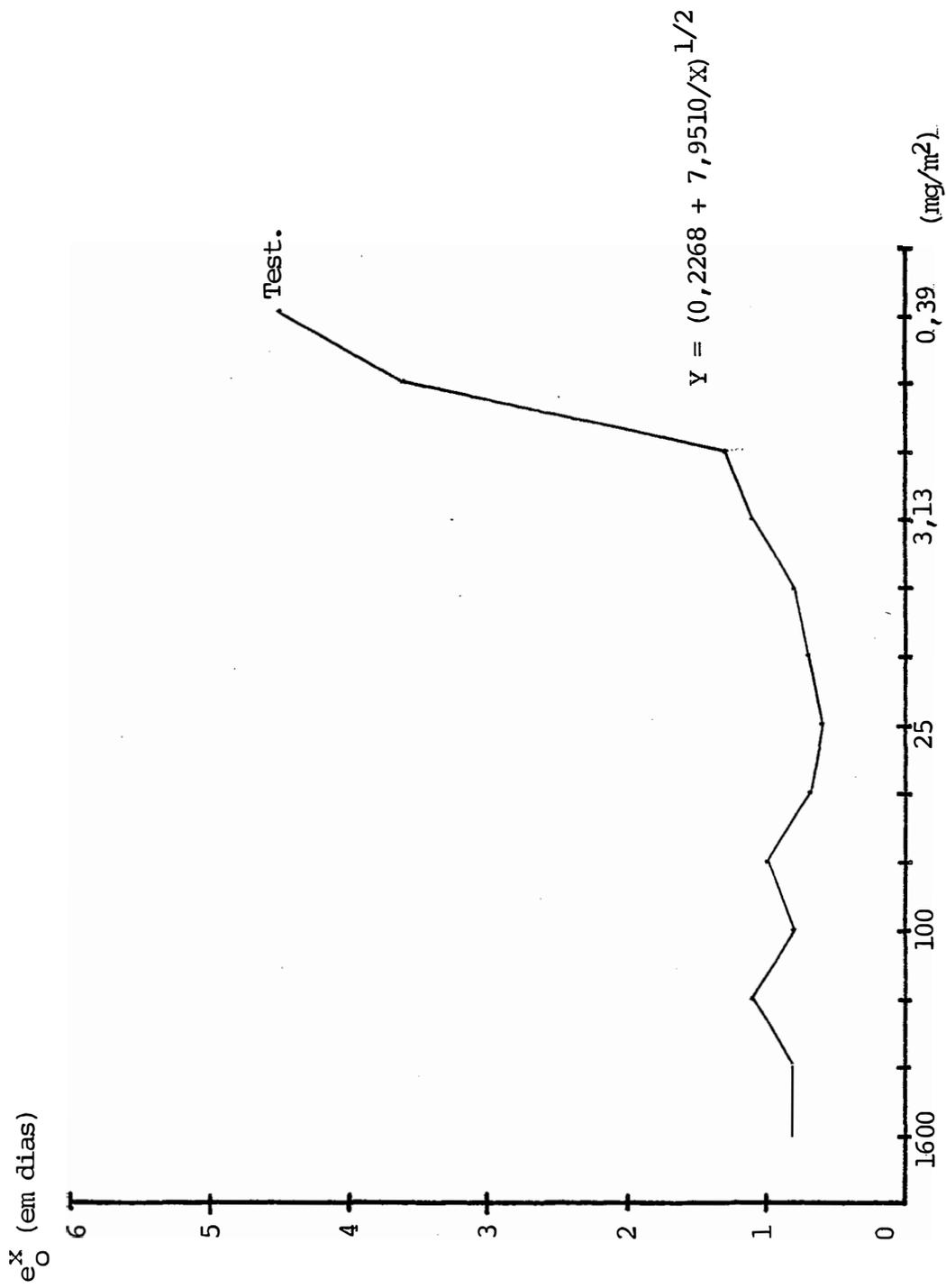


Figura 13. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de fenitrothion.

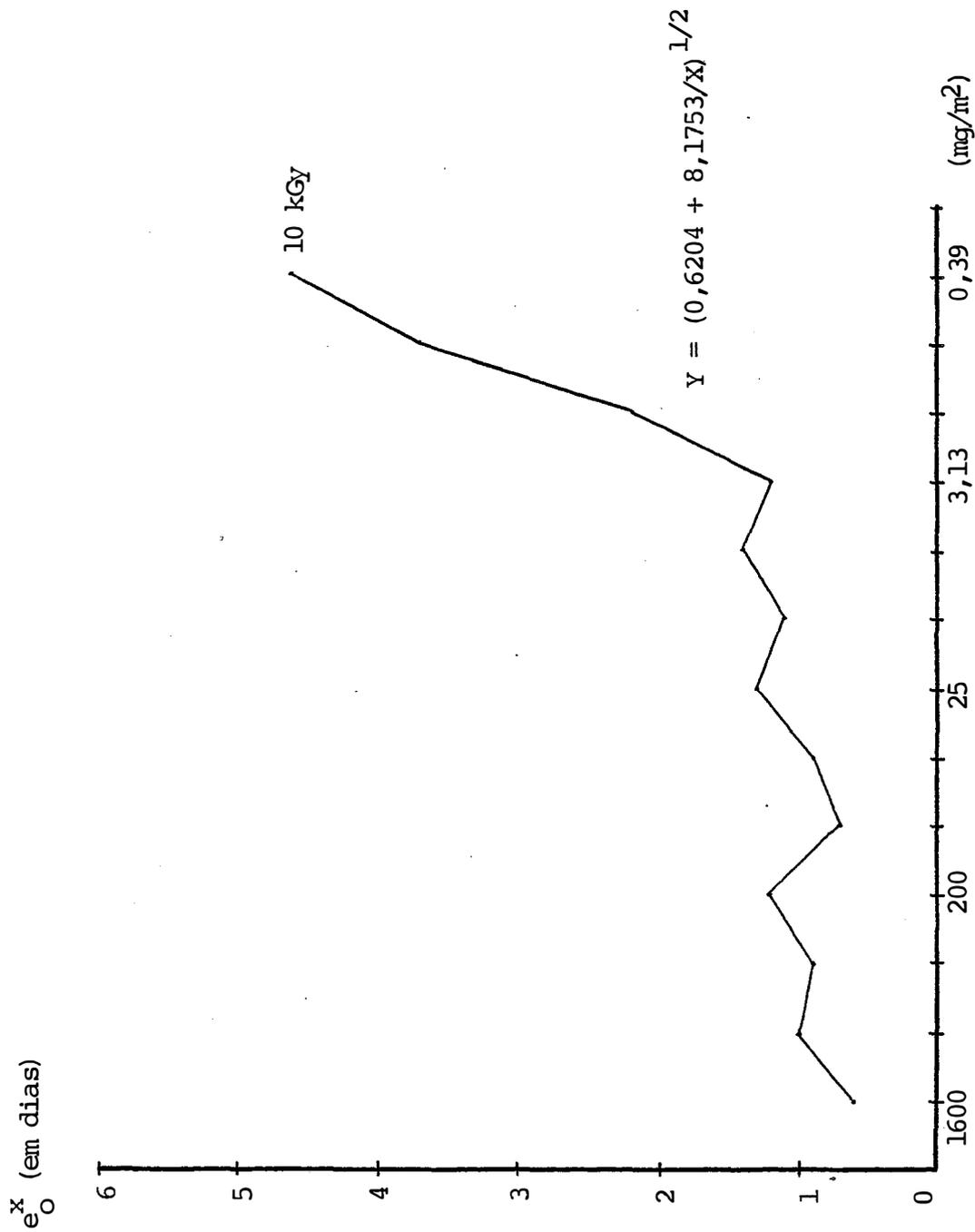


Figura 14. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_0^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de fenitrothion submetida a 10 kGy de radiação gama.

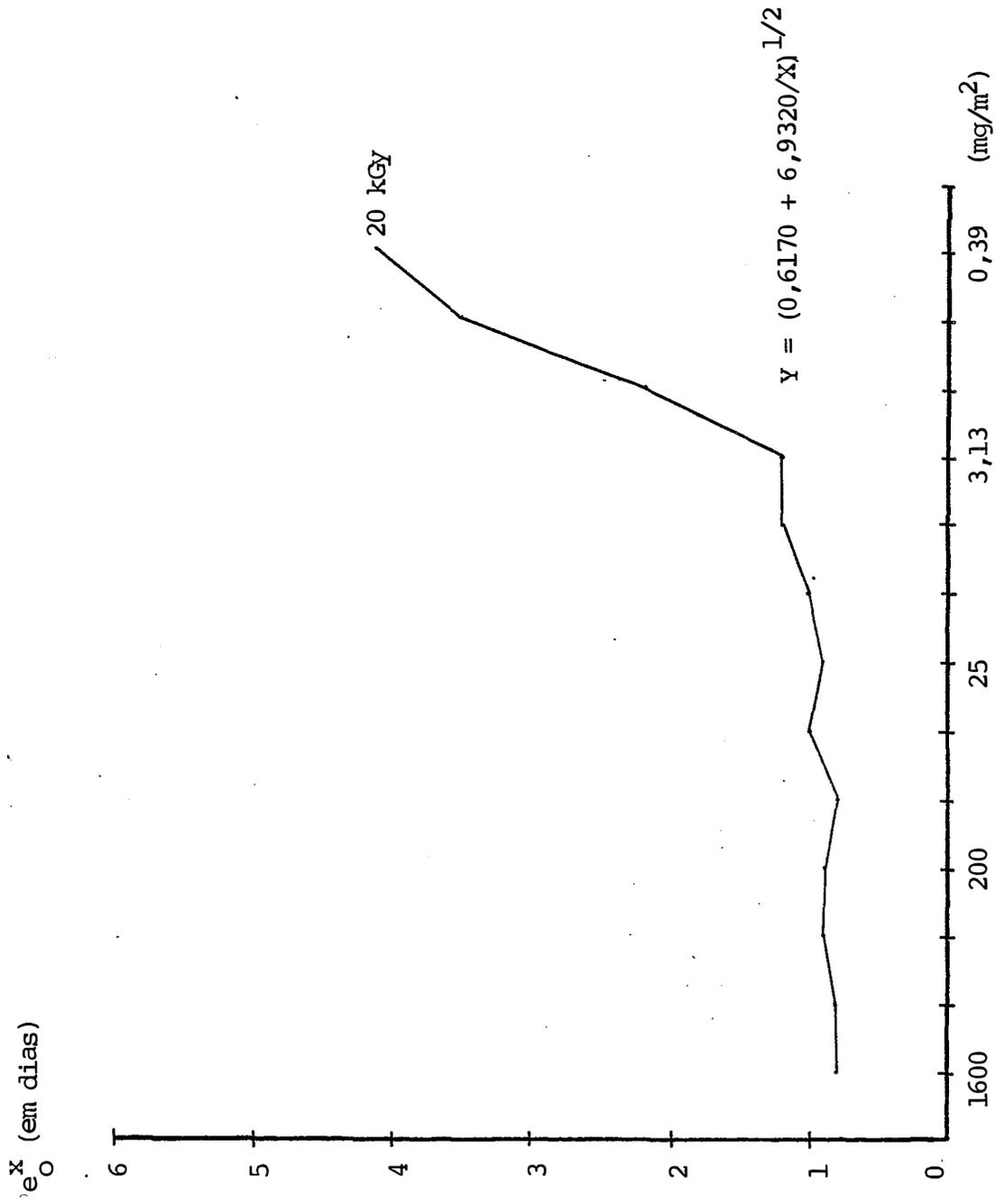


Figura 15. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de fenitrothion submetida a 20 kGy de radiação gama.

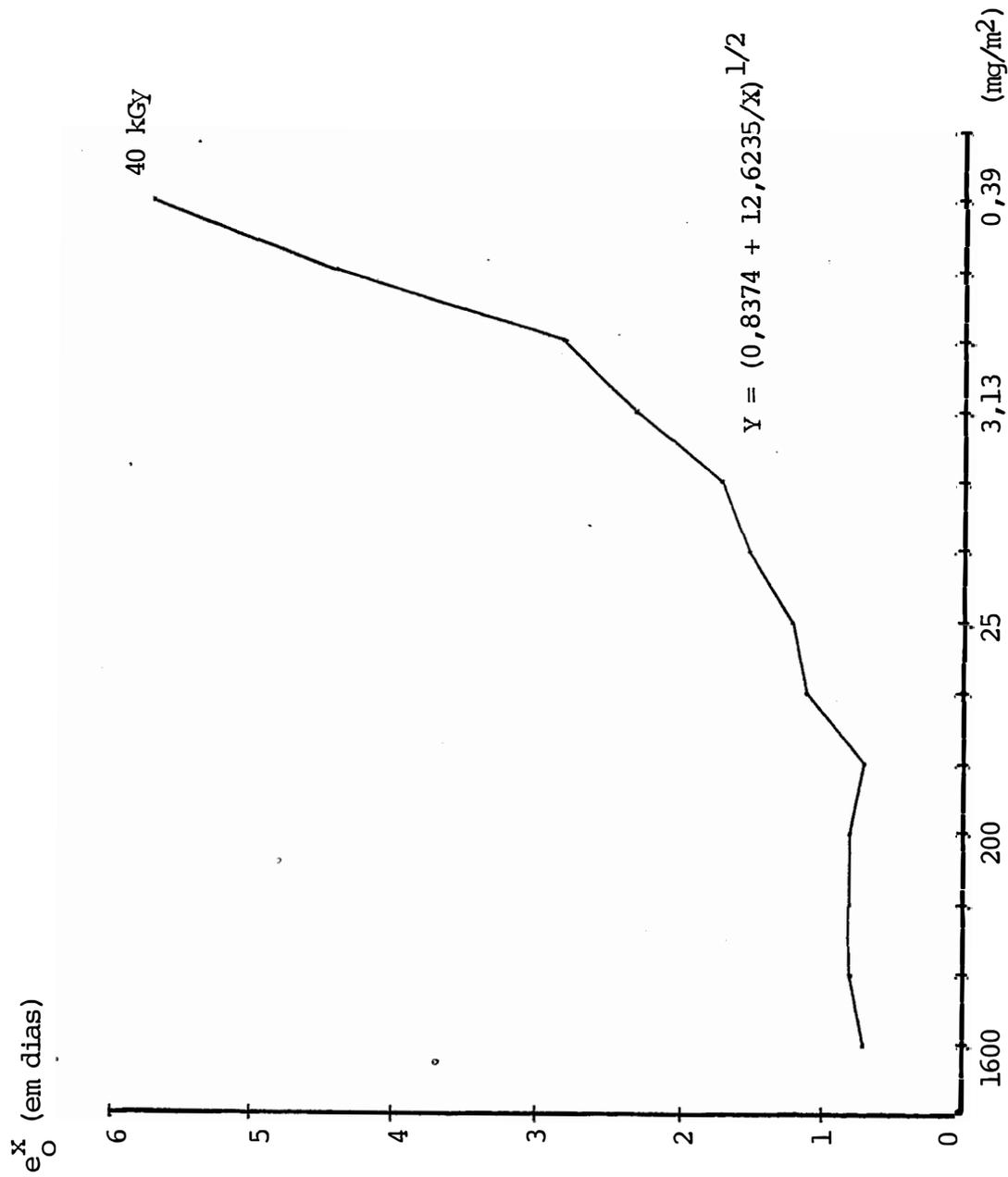


Figura 16. Curva de relação entre as esperanças de vida (e_0^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* e diferentes concentrações de fenitrothion, submetida a 40 kGy de radiação gama.

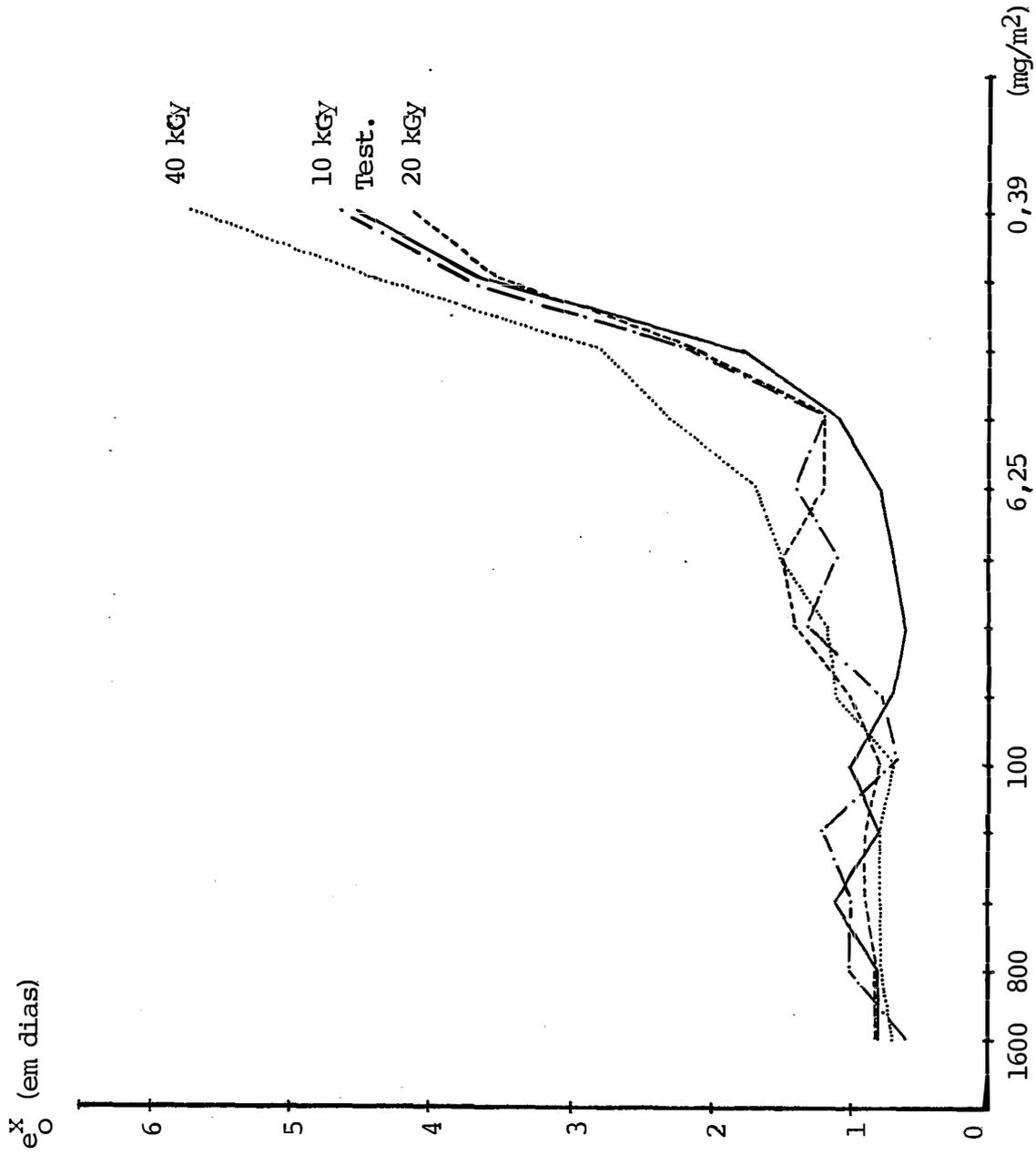


Figura 17. Curvas das relações entre as esperanças de vida (e_O^x) de adultos de *Sitophilus zeamais* conforme diferentes concentrações de fenitrothion submetida a 10, 20 3 40 kGy de radiação gama, e uma testemunha.

Tabela 19. Esperança de vida média (e_o^x), em dias, de adultos de *Sitophilus zeamais* das quatro repetições, em diferentes concentrações de fenitrothion, e as doses de radiação gama.

Concentrações (mg/m ²)	e_o^x (em dias)			
	Test.	10 kGy	20 kGy	40 kGy
1.600	0,78	0,62	0,77	0,73
800	0,77	0,98	0,77	0,75
400	1,11	0,90	0,86	0,80
200	0,82	1,18	0,92	0,75
100	0,96	0,71	0,82	0,71
50	0,73	0,81	0,97	1,10
25	0,64	1,25	0,91	1,21
12,50	0,74	1,11	0,98	1,50
6,25	0,78	1,38	1,19	1,72
3,13	1,12	1,19	1,18	2,27
1,56	1,83	2,19	2,23	2,83
0,78	3,58	3,67	3,53	4,40
0,39	4,49	4,57	4,14	5,66

Tabela 20. Equações de relação entre as esperanças de vida (e_{0}^{x}) de adultos de *Sitophilus zeamais* (Y) e as concentrações de fenitrothion (X).

Dose de radiação	Regressões calculadas	Coefficiente de correlação "r"	Valor F
Test.	$Y^2 = 0,2268 + 7,9510/X$	0,9830	315**
10	$Y^2 = 0,6204 + 8,1753/X$	0,9872	424**
20	$Y^2 = 0,6170 + 6,9320/X$	0,9810	282**
40	$Y^2 = 0,8374 + 12,6235/X$	0,9952	1147**

** Significativo ao nível de 0,1%

Tabela 21. Somatória das esperanças de vida total (e_{0}^{x}), em relação com a dose de radiação, para fenitrothion.

e_{0}^{x} (em dias)	Test.	10 kGy	20 kGy	40 kGy
Σ	18,35	20,56	19,32	24,43

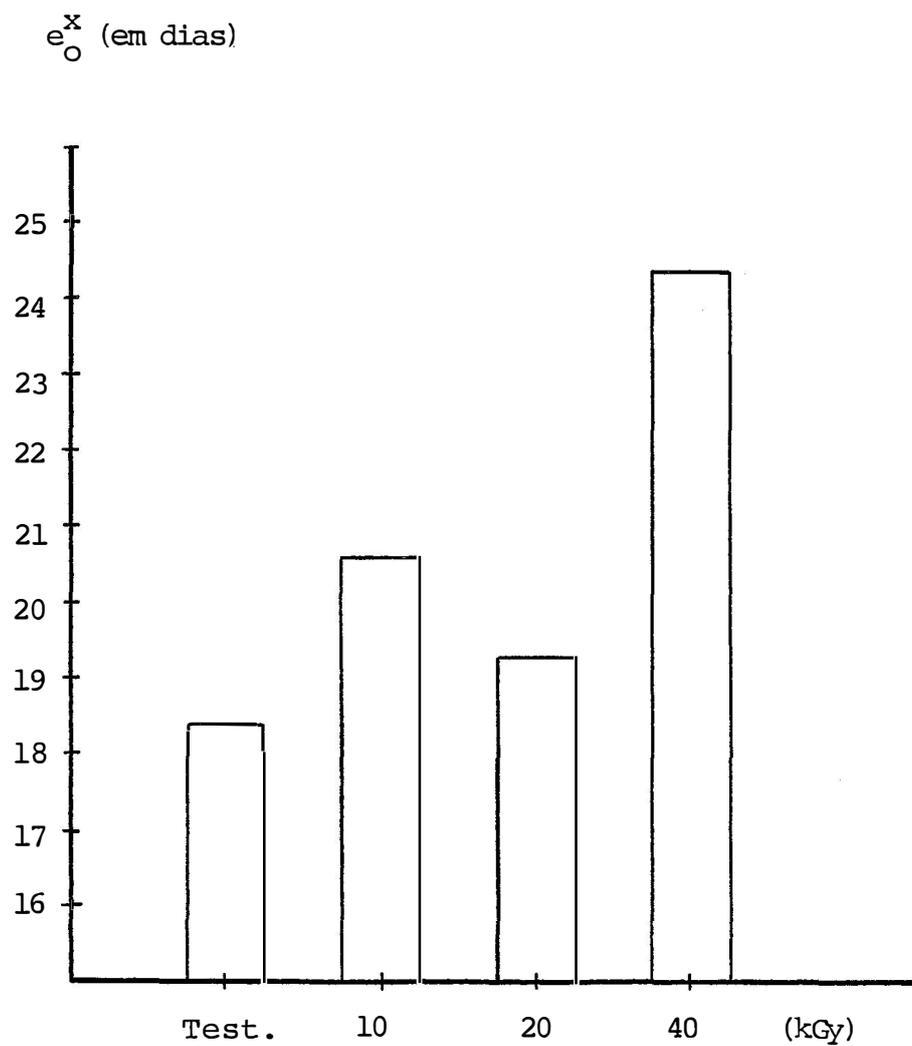


Figura 18. Esperança de vida total ao início do experimento (e_0^x) para *Sitophilus zeamais* conforme doses crescentes de radiação gama, para o fenitrothion.

maiores nos tratamentos que receberam radiação do que na testemunha, podendo-se afirmar desta maneira que nos tratamentos com radiação houve degradação do inseticida. Prova disso é que em concentrações menores por causa da degradação, há o aumento da longevidade do inseto.

A análise relacionando esperança de vida média e concentração indicou que houve uma interação altamente significativa entre estas variáveis, e as equações determinadas tanto para testemunha e as respectivas doses de radiação, são eficientes estimadores das esperanças de vida média, sendo que a testemunha possui valor F maior, porém entre os tratamentos que sofrerão irradiação o que apresentou maior grau de associação foi a dose de 40 kGy seguida das doses de 10 e 20 kGy. Observando-se os mesmos resultados com os valores do coeficiente de correlação.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, podem ser estabelecidas as seguintes conclusões:

- A radiação gama mostrou seu poder degradante nos inseticidas deltametrina e fenitrotion porém não no malathion.

- No inseticida deltametrina todas as doses de radiações gama apresentaram maior esperança de vida (e_0^x), havendo portanto, degradação, em especial na dose de 20 kGy.

- No inseticida malathion, as doses de radiação apresentaram menor esperança de vida (e_0^x) em relação a testemunha portanto, não houve degradação.

- Para o inseticida fenitrothion, a dose de 40 kGy apresentou maior esperança de vida, havendo degradação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, M.S.H.; AL-HAKKAH, Z.S. e AL-SAQUR, A.M., 1972. Inherited sterility in the fig moth, *Ephesia cautella*, Walker. In: Atom. Energy Agency. IAEA, Viena, 383.
- ASHRAFI, S.H.; TILTON, E.W. e BROWER, J.H., 1972. Inheritance of radiation-induced partial sterility in the Indian meal moth. Jour. Econ. Entomol., 65(5): 1266-1268.
- ARTHUR, V., 1981. Influência da temperatura antes e após a radiação gama em *Labrotes subfasciatus* (Boh.) (Col. Bruchidae). Tese de Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, . 69p.
- ARTHUR, V., 1985. Efeitos esterilizantes e letais das radiações gama nas diferentes fases do ciclo evolutivo de *Sitotroga cerealella* (Oliver) em arroz e milho. Tese de Doutorado - ESALQ - Piracicaba, São Paulo, 77p.
- BARBOSA, A.P., 1976. Interação radiação gama temperatura na determinação da dose esterilizante para algumas pragas de produtos armazenados, Tese de Mestrado, ESALQ, Piracicaba, SP. 83p.
- BARTLE, A.C. e A.E. BELL, 1962. The effect of radiation on reproduction in two strains of *Tribolium castaneum* (Herbst). Radiat. Res., 17: 864-877.

- BKACKITH, R.E., 1952. Stability of contact insecticides ultra-violeta photolysis of the pyrethrins. Jour. Sci. Ed. and Agric., 3: 219.
- BROWER, J., 1973. Gamma radiation sensitivity of malathion resistant strains of the Indian meal moth. Jour. Econ. Entomol., 66(2): 461-462.
- BROWER, J.H., 1974. Radio sensitivity of an insecticide - resistant strain of *Tribolium castaneum* (Herbst). J. Stored Prod. Res., 10: 121-131.
- BROWER, J.H. e TILTON, E.W., 1975. Potential for control of *Cadra cautella* by release of fully or partially sterile males. J. Appl. Radiat. Isot., 26: 720p.
- BROWN, A.W.A., 1960. Mechanisms of resistance against insecticides. Annu. Rev. Entomol., 5: 301-26.
- CHAMP, B.R. e DYTE, C.E., 1977. Prospección mundial de la FAO sobre a suscetibilidade a los insecticidas de las plagas de granos almacenados. Boln. Fitosanit., Roma, 25: 49-67.
- COGBURN, R.R.; BROWER, J.H. e TILTON, E.W., 1971. Combinação of gamma and infrared radiation for control of the Angoumois grain moth in wheat. Jour. Econ. Entomol., 64 (4) :
- COGBURN, R.R. e MAHANY, P.G., 1969. Effect of gamma radiation on the insectidal efficiency of malathion deposits wheat and kraft paper. J. Econ. Entomol., 62(4): 829-831.

- CORNWELL, P.B., 1966. Susceptibility of laboratory and wild strains of the grain weevil *Sitophilus granarius* (L.) to gamma radiation. In: The Entomology of Radiation Desinfestation of Grain. Pergamon Press, New York, 236p.
- CORNWELL, P.B.; BULL, J.O. e PENDLEBURY, J.B., 1966. Control of weevil populations *Sitophilus granarius* (L.) with sterilizing and sub sterilizing doses of gamma radiation. In: The Entomology of Radiation Desinfestation of Grain. Pergamon Press. London, 71. 95p.
- CORNWELL, P.B. e MORRIS, J.A., 1959. Susceptibility of the grain and rice weevils, *Calandra granarius* (L.) and *S. oryzae* (L.), to gamma radiation. United Kingdom Atomic Energy, A.E.R.E. R 3065, 32p.
- DOMARCO, R.E., 1977. Influência da taxa de radiação gama sobre a radiosensibilidade de cinco espécies de insetos. Tese de Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba, SP. 68p.
- DOMARCO, R.E., 1981. Efeitos da dieta irradiada sobre a longevidade e prolificidade em gerações sucessivas de *Zobrotres subfasciatus* (Boh.) (Col., Bruchidae). Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, SP. 72p.
- ERDMAN, H.E., 1966. Modification of fitness in species and strains of flour beetles due to X-ray and DDT. Ecology, 47: 1066.
- EL-KADY, E.A., 1981. Use of radiation desinfestation in the control of rice insect pests during storage. In: Combination de Processes in food Irradiation. IAEA, Viena, 229-244.
- FAO, 1974. Metodos recomendados para la detección y medición de la resistencia de las plagas agricolas e los plaguicidas. Método provisional para gorgojos adultos importantes en cereales almacenados, con malathion o lindano. Boln. Fitosanit., Roma, 22: 127-137.

- FLOYD, E.H.; OLIVER, A.D. e POOWELL, J.D., 1964. Damage to corn in Louisiana caused by stored grain insect. Jour. Econ. Entomol., 52(4).
- GALLO, D., 1960. Radioisótopos no controle das pragas. O Solo, ano III, nº 1, 30-1.
- GLYNNE JONES, G.O., 1960. Studies on the photolysis of pyrethrum. Ann. Appl. Biol., 48(2): 252-62.
- HALL, D.W., 1971. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. Roma, FAO. 400p.
- HUNTER, W.D., 1912. Results of experiments to determine the effects of Röntgen rays upon insects. J. Econ. Entomol., 5, 118p.
- LEITÃO, M.F.F.; JORDÃO, B.A. e DELAZARI, E., 1974. Desenvolvimento microbiano em embalagens de cereais e produtos armazenados. Bol. Inst. Tecnol. Alimentos, Campinas, 40: 38-92.
- MOFFITT, R.E. e WHITE, L.D., 1972. Susceptibility of gamma-irradiated and unirradiated codling moths to azinphosmethyl, carbaryl and DDT. Jour. Econ. Entomol., 65(4): 1008-1010.
- PRADHAN, S.; CHATTERJI, S.M.; SETHI, G.R.; BHAMBURKAR, M.W. e PRASAD, H., 1971. Feseability of controlling stored grain pests by the sterily-male technique. In: Sterility Principle for Insect Control or Eradication. Int. Atom. Energy Agency. IAEA, Viena. 365p.
- PREVETT, P.F., 1975. Plagas de productos almacenados que causan perdidas a los alimentos en almacen. Boln. Fitosanit., Roma, 23: 115-117.

- ROBERTS, R. II, 1962. The effect of radiation to pyrethri -
nàs applied to cattle. Journal of Economic Entomology, 55
(6): 851-853.
- ROSSETO, C.J., 1972. Resistência de milho à pragas da espiga
Helizoverpazea (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky
e *Sitotroga cerealella* (Oliver). Piracicaba, ESALQ / USP,
Tese de Doutorado. 144p.
- RUNNER, G.A., 1916. Effects of Röntgen rays on the tobacco,
or cizarette beetle and the results of experiments
with a new form of Röntgen tube. J. Agric. Res., 6: 383-
88.
- TATTERSFIELD, F. e MARTIN, J.T., 1934. The loss of activity
of pyrethrum. Jour. Agric. Sci., 24: 598.
- TILTON, E.W. e BROWER, J.H., 1973. Status of U.S. Department
of Agriculture Research of irradiation desinfestation of
grain and grain products. In: Radiation Preservation of
Food, IAEA, Viena, 295p.
- WIENDL, F., 1969. Alguns usos e efeitos das radiações ga-
ma em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col., Bruchidae). Tese
de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, SP. 205p.
- WIENDL, F.M., 1972. Efeito da radiação gama em *Sitophilus*
zeamais (Mots.) (Col., Curculionidae). Tese de Livre Do-
cência. ESALQ, Piracicaba, SP. 156p.

- WIENDL, F.M., 1975. A desinfestação de grãos e produtos armazenados por meio de radiações ionizantes. Bol. Divulg. CENA, Piracicaba, nº 18, 29p.
- WIENDL, F.M., 1982. Degradação de pirimifós-metil por meio de radiações ionizantes gama do Cobalt-60. Energia Nucl. Agric. Piracicaba, 4(1): 32-40.
- WIENDL, F.M. e SGRILLO, R.B., 1982. Degradação de malathion por meio de radiações ionizantes gama do Cobalto-60. Ciência e Cultura, 34(7): 917-921.
- WIENDL, F.M.; WALDER, J.M.M. e SGRILLO, R.B., 1980. Degradação de permethrin por meio de radiações ionizantes gama. Acta Toxicologica, 3(1): 1-7.
- ZAKI, M.M., 1956. A study of the photodecomposition of pyrethrum dust and their protection against light. Ann. Agric. Sci. Fac. of Agric., Univ. of Ain. Shams, Cairo, 1.