

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

**ALEXANDRE BORGES**

**AVALIAÇÃO BACTERIOLÓGICA DA LINGÜIÇA DE FRANGO  
FRESAL SUBMETIDA A RADIAÇÃO GAMA**

Niterói – RJ  
2002

ALEXANDRE BORGES

AVALIAÇÃO BACTERIOLÓGICA DA LINGÜIÇA DE FRANGO  
FRESAL SUBMETIDA A RADIAÇÃO GAMA

Monografia apresentada à coordenação do curso de pós graduação *Lato sensu* em Irradiação de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense para obtenção do título de Especialista em Irradiação de Alimentos.

ORIENTADOR: PROF. DR. CELIO MAURO VIANA

Niterói – RJ  
2002

ALEXANDRE BORGES

AVALIAÇÃO BACTERIOLÓGICA DA LINGÜIÇA DE FRANGO  
FRESCAL SUBMETIDA A RADIAÇÃO GAMA

Monografia apresentada à coordenação do curso de pós graduação *Latu senso* em Irradiação de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense para obtenção do título de Especialista em Irradiação de Alimentos.

Aprovado em 11 de junho de 2002

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Celio Mauro Viana - Orientador  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. Carmelindo Maliska  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Major Roberto Quintanilha de Lima  
Instituto de Programa e Desenvolvimento do Exército

Niterói – RJ  
2002

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr Celio Mauro Viana, pelos ensinamentos, pela eficiente orientação, paciência e amizade.

À direção da empresa Reginalves Indústria e Comércio de Aves Ltda – RICA, na pessoa do Dr. Ricardo Nunes, Gerente da Unidade de Embutidos, e da Dr.<sup>a</sup> Aline C. Santos, chefe do Controle de Qualidade da Unidade de Embutidos, pelo apoio e fornecimento de materiais, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

É um dever agradável reconhecer a minha gratidão à Dr<sup>a</sup> Eliane Rodrigues, chefe do Laboratório de Controle de Qualidade da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO – RIO), pela orientação e boa vontade, pela amizade e por todas as facilidades oferecidas à efetivação deste trabalho; e à sua equipe do laboratório, pelo auxílio no preparo do material.

Ao Major Roberto Quintanilha de Lima e ao Sargento Edmilson de Souza Lima Júnior, oficiais do Instituto de Programa e Desenvolvimento (IPD) do Centro de Tecnologia do Exército (CTEx), pela colaboração e esforço espontâneo demonstrados, colocando à minha disposição o uso do irradiador gama de <sup>137</sup>Cs para irradiar as amostras.

À coordenação da Especialização em Irradiação de Alimentos, na pessoa do Prof. Zander Barreto Miranda, pela infatigável dedicação, amizade e colaboração.

À professora Núbia Karla Oliveira de Almeida, do Laboratório de Estatística do Instituto de Matemática da Universidade Federal Fluminense (UFF), pela preciosa ajuda nas análises estatísticas.

À biblioteca da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), na pessoa do tecnologista Sr. Rócio Glória dos Reis, pela prestimosa contribuição no levantamento bibliográfico.

Ao meu pai, Kléber Borges, pelo incentivo, apoio, carinho e revisão ortográfica e gramatical do texto.

Ao Sr. Alcinez Paes Fidelis, técnico do Laboratório de Controle Microbiológico de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da UFF, pela colaboração prestada.

Enfim, aos professores e colegas do curso e aos funcionários da Faculdade de Veterinária da UFF, pela convivência sempre cordial e pela contribuição direta ou indireta para a elaboração deste trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	<b>RESUMO</b> .....	6
	<b>ABSTRACT</b> .....	8
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1	ASPECTOS ATUAIS DA AVICULTURA.....	12
2.2	PROBLEMAS RELATIVOS À CONTAMINAÇÃO ALIMENTAR.....	17
2.3	CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS.....	19
2.4	A IRRADIAÇÃO E O SEU PROCESSO.....	24
2.5	EFEITOS DAS IRRADIAÇÕES NOS ALIMENTOS.....	29
2.6	PANORAMA MUNDIAL DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS.....	34
2.7	A IRRADIAÇÃO DOS ALIMENTOS E OS CONSUMIDORES.....	37
2.8	ALGUNS ESTUDOS DO EFEITO DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS.....	39
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	44
3.1	MATERIAL UTILIZADO.....	44
3.1.1	Amostras cárneas coletadas.....	44
3.1.2	Meios de cultura e reativos empregados.....	44
3.1.3	Materiais de laboratório.....	45
3.1.4	Fonte de irradiação.....	45
3.2	MÉTODOS.....	45
3.2.1	Estudos de laboratório.....	46
3.2.1.1	<u>Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas</u> .....	46
3.2.1.2	<u>Enumeração de Coliformes fecais</u> .....	47
3.2.1.2.1	<i>Teste presuntivo</i> .....	48
3.2.1.2.2	<i>Teste confirmativo</i> .....	48
3.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	49
4	<b>RESULTADOS E DISCURSÕES</b> .....	50
4.1	COLIFORMES TOTAIS.....	50
4.2	COLIFORMES FECAIS.....	52
4.3	BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS AERÓBIAS MESÓFILAS.....	53
4.4	RESULTADOS ESTATÍSTICOS.....	55
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	59
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	61

## RESUMO

Muitos países desenvolvidos têm fixado como objetivo a auto-suficiência no abastecimento de alimentos, enquanto muitos outros têm na exportação de produtos alimentícios uma de suas principais fontes de divisas. Por esses motivos, é fundamental reduzir as perdas de alimentos. Porém não é menos importante prevenir ou combater as enfermidades transmitidas pelos alimentos, principalmente através carnes de aves e seus derivados, que desempenham um papel muito importante em certas infecções e é considerado como meta nacional de saúde pública para contribuir na melhoria do comércio internacional.

Nos países tropicais, os produtos perecíveis representam os maiores mercados. A sua população vive numa batalha constante contra a deteriora desses alimentos. Tal perda é enorme onde o clima favorece a proliferação de agentes de decomposição e acelera a putrefação. Aumentar a vida útil desses produtos perecíveis dará ao produtor a opção de comercializá-los na entresafra, conseguindo, assim preços melhores, projetando-se sensivelmente no mercado agro-industrial.

O tratamento de alimentos com radiação gama constitui, hoje, uma das formas mais modernas, seguras e eficientes para sua preservação. A irradiação de alimentos pode oferecer vantagens especiais como: matar ou esterilizar os organismos patogênicos nos alimentos, melhorando a sua qualidade e a sua durabilidade, conseqüentemente, reduzindo a incidência de intoxicações alimentares; inibir ou parar o brotamento e o apodrecimento de raízes e tubérculos; desinfestar os produtos de origem animal e vegetal, atrasando a sua decomposição e aumentando o tempo de prateleira, prolongando sua conservação sem refrigeração.

A prática de irradiar alimentos para tratamento dos microrganismos começa a ganhar força no país. No Brasil por ação de pragas e insetos agravado pela falta de tratamento e armazenamento adequados, perde-se cerca de um quarto de todo o alimento produzido anualmente. Vários países já adotaram o método que, praticado de forma adequada e por profissionais qualificados não causa outro efeito aos alimentos senão o prolongamento do tempo de consumo.

Devido à escassez de informações sobre a irradiação da lingüiça de frango frescal, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia desse método, como um processo capaz de reduzir a carga microbiana, através de uma avaliação bacteriológica do produto antes e depois da radiação gama.

Foram preparadas 45 amostras de lingüiça de frango (adquiridas diretamente da indústria avícola) divididas em 3 tratamentos: o primeiro é a testemunha e nos outros, as amostras foram submetidas à radiação gama com doses de 1,5 e de 3,0 kGy.

As lingüiças de frango irradiadas com dose de 1,5 kGy, não tiveram, estatisticamente, resultados significativos nos respectivos estudos bacteriológicos. Já nas irradiadas com dose de 3,0 kGy, a diminuição da microbiota da lingüiça mostrou-se estatisticamente significativa. Conclui-se que, irradiando-se o produto com dose de 3,0 kGy, é mais eficaz para a redução da população bacteriana, neste caso houve decréscimo de 95,3% para coliformes totais, 100% para coliformes fecais e 84,0% para a população de mesófilos, em relação com as amostras testemunhas.

Palavras-chave: irradiação de alimentos, lingüiça, aves

## ABSTRACT

Many developed countries have established a goal of self-sufficiency in food production, while many other obtain their principal foreign exchange through food exports. For these reasons, it is essential to eliminate losses in food products. It is no less important to prevent or combat food-transmitted diseases, principally across poultry and poultry derivatives, which play a major role in certain infections and is the focus of national public health goals in order to increase the international commerce.

In tropical countries, perishable products represent the largest markets. The population lives in a constant battle against the deterioration of these foods. Such loss is enormous where the climate favors the proliferation of agents of decomposition and acceleration of putrefaction. Increasing the useful life of these perishable products will provide producers the option of commercializing them in low harvest season, thus achieving higher prices, and providing sensible growth to the agro-industrial market.

Treatment of perishables with gamma radiation presently constitutes one of the most modern, safe, and efficient methods for increasing food preservation. The irradiation of foods can offer various special advantages such as: kill or sterilize pathogenic organisms in food, improving their quality and duration, reducing the level of toxics, slow or stop the aging of roots and tubers, disinfect products of animal and vegetable origin thus slowing their decomposition, increasing their shelf-life, and prolonging their conservation refrigeration.

The practice of irradiating foods for the treatment of microorganisms has begun to gain momentum in Brazil, where roughly 25% of all food produced annually is lost to disease and insects activity, increased by lack of adequate storage treatments. Various countries have already adopted the method that, when practiced properly by qualified professionals, does not cause side effects other than the extension of useful life.



In light of the lack of present data on the irradiation of fresh chicken sausage, the objective of this study is to evaluate determine the efficiency of this method as a process for reducing the microbial load via measurement of the bacteriology of the product before and after gamma radiation.

45 sample of chicken sausage(acquired directly from the poultry industry) were prepared divided in 3 treatments: the first is a control, the second and third using application of 1,5 and 3,0 kGy, respectively.

The chicken sausages irradiated with a dose of 1,5 kGy did not have, statistically significant results apparent in the bacteriological measures. Samples irradiated with 3,0 kGy did experience statistically significant reductions. It is concluded that the irradiating the product with a dose of 3,0 kGy is more effective for the reduction of bacterial population, with the data in these trials indicating a 95,3% reduction in total coliforms, 100% removal of fecal coliforms, and 84,0% reduction of mesophiles, relative to the control samples.

Key words: food irradiation, sausage, poultry

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os primeiros tempos, as pessoas procuram cuidar melhor de seus alimentos utilizando variados métodos de preservação, de modo a controlar a sua deterioração, a transmissão de doenças e a infestação de insetos.

Assim, o homem pré-histórico cedo compreendeu que deveria guardar as sobras de alimentos dos dias de fartura para os tempos de escassez. A conservação dos alimentos surgiu com a civilização: através dos séculos, as técnicas de preservação de alimentos foram se desenvolvendo com o aumento do conhecimento científico e das exigências mundiais da qualidade de alimentos em relação com a contaminação microbiana que reduz a vida útil dos alimentos e poderá causar diversos tipos de doenças.

As doenças transmitidas pelos alimentos representam uma ameaça geral para a saúde humana e são uma causa importante da diminuição da produtividade econômica. Estudos realizados pelo Centro para o Controle de Doenças dos Estados Unidos (US Center for Disease Control) indicam que doenças transmitidas por alimentos e causadas por bactérias patogênicas, tais como *Salmonella*, *Escherichia coli* e a *Campylobacter*, assim como a *Trichinae* e outros parasitas ocasionam, anualmente, cerca de 7000 mortes e entre 24 e 81 milhões de casos de diarreia. Essa estatística inclui países altamente desenvolvidos, como os Estados Unidos, e envolve cerca de 5 e 17 bilhões de dólares. Esse problema é também extremamente

grave para os países em desenvolvimento, cujas economias dependem amplamente da produção agrícola e alimentícia (GCIIA,2000).

O Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiação de Alimentos (GCIIA) enfatiza que os produtos alimentícios ocupam um lugar importante no comércio regional e internacional. A incapacidade de cada país cumprir as normas de quarentena e saúde pública dos outros países é um obstáculo importante ao comércio. Assim, os problemas com armazenamento, transporte e processamento de alimentos exigem a busca de métodos alternativos de preservação, que são fundamentais para reduzir as perdas e aumentar a oferta de alimentos saudáveis e seguros.

A irradiação oferece uma opção para controlar as doenças transmitidas por alimentos, além de prolongar a vida do produto e dispensar o uso de aditivos, preservativos químicos e fumigações capazes de causar danos aos manipuladores e/ou colocar em risco a saúde dos consumidores. (GCIIA,2000).

A lingüiça de frango foi selecionada para o presente estudo devido a freqüência com que está relacionada à veiculação de toxinfecção alimentar e pela elevada presença de bactérias patogênicas ou de grande capacidade deterioradora, além do fato de existirem poucos dados dos efeitos da radiação ionizante sobre suas microbiotas. Através da avaliação microbiológica, estima-se a vida útil ou prazo de vida comercial de um produto, bem como se pode constatar a existência ou não de riscos à saúde pública. Assim, este projeto objetiva fazer uma avaliação bacteriológica em lingüiça de frango antes e depois do uso de baixas doses de radiação gama, para avaliar a eficácia do processo, capaz de reduzir a carga microbiana e assim aumentar a vida de prateleira do produto.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ASPECTOS ATUAIS DA AVICULTURA

A avicultura é uma das atividades de produção animal que mais se desenvolveu nos últimos tempos. Isso se deve, basicamente, à busca de novos sistemas de criação, que objetivam à obtenção de maior produtividade em menor tempo possível.

Segundo o boletim divulgado pela Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango (Abef): “as exportações brasileiras – aves inteiras, cortes e industrializados - cresceram em volume 26,79% e em receita, 38,8% no primeiro bimestre de 2001, em comparação com o mesmo período do ano passado. O crescimento nas exportações foi influenciado pelos casos de febre aftosa e doença da “vaca louca”, que envolvem as carnes vermelhas. Esses casos modificaram os hábitos do consumidor, provocando demanda crescente por frango no mercado externo”. Conclui-se que exportar carne e derivados de aves é um bom e oportuno negócio para grandes investidores.

A mesma entidade salienta que o produto interno bruto desse setor é estimado em aproximadamente 13 bilhões de reais para o frango de corte. No Brasil, a velocidade de expansão vem acompanhada de assimilação contínua da moderna tecnologia, condição que coloca o país no grupo dos três maiores produtores

mundiais de carne de frango, após os Estados Unidos e a China, e o mantém como o segundo maior exportador mundial, só sendo superado pelos americanos. O frango brasileiro é consumido em mais de 40 países.

Antigamente, a carne de frango e seus derivados eram vistos como artigos de luxo, sendo consumidos apenas em ocasiões especiais. As aves eram criadas soltas, sem nenhum tipo de preocupação sanitária, nutricional ou de seleção genética. Com o passar dos anos e com o desenvolvimento de pesquisas, hoje é possível produzir, em um período de 45 dias, frangos pesando de 2,3 a 2,5 kg, enquanto, há algumas décadas, os frangos eram abatidos com 70 dias de idade e 1,8 kg. Com essas melhorias na criação de frangos, ganhos resultantes do melhoramento genético, maior produtividade, baixa de preços e agressivo marketing avícola levaram o consumidor brasileiro a substituir 20% da carne bovina pela de frango. O preço da carne dessa ave foi ficando cada vez mais competitivo. Com isso o consumo aumentou a cada ano, chegando hoje, a aproximadamente 24 kg/pessoa/ano no, Brasil.

Além disso, a população em geral está ávida em manter a boa forma, alcançar uma vida longa e saudável, limitando-se a consumir uma alimentação de produtos saudáveis. Devido à divulgação pela mídia de resultados de várias pesquisas sobre os benefícios da carne branca, a qual apresenta redução de gorduras e calorias em sua composição, as pessoas estão preferindo consumir esses produtos e seus derivados.

O processamento e industrialização de carne são responsáveis por manter viáveis, economicamente, algumas indústrias de abate. No caso dos abatedouros de aves, a margem de lucro sobre a venda de frango resfriado é baixa, entretanto, a utilização de técnicas de industrialização permite aumentar o valor agregado aos produtos e a viabilidade econômica das unidades desse tipo.

Os objetivos da industrialização da carne são vários: conservar a vida útil dos produtos; aproveitar os produtos e subprodutos do abate; criar novos sabores; realçar determinados cortes; melhorar a aparência do produto; permitir a melhor distribuição do produto cárneo, e adicionar valor comercial.

Com a correria do dia-a-dia impõe-se às pessoas buscarem soluções rápidas e funcionais. Surgiram, assim, os produtos prontos ou semi-prontos de carnes de frango. Esses produtos processados são capazes de oferecer ao consumidor uma ampla variedade de pratos, para ocasiões diferenciadas, de forma nutritiva, prática, rápida e econômica.

Um desses produtos é a lingüiça de frango, um produto de salsicharia. Genericamente faz parte dos incluídos entre os denominados cárneos picados, cominuídos ou migados em variados graus. São constituídos por carnes das diversas espécie e/ou sangue, vísceras e outros tecidos animais aprovados para o consumo. Podem ser curados ou não e condimentados ou não. Quando embutidos, devem utilizar-se de envoltórios naturais aprovados pelas autoridades competentes, requerendo consumo rápido e armazenamento sob refrigeração. A matéria prima e os ingredientes utilizados na elaboração do produto deverão apresentar-se livres de matérias estranhas, contaminações e odores indesejáveis que possam alterar o produto final. Dentre eles se destacam os microrganismos patogênicos e os de alteração. Tal produto, quando elaborado com matéria-prima de má qualidade, manipulado em más condições de higiene, mal refrigerado no transporte, na indústria e/ou comércio, ou quando sofre tratamento térmico inadequado em seu preparo, torna-se potencialmente capaz de originar infecções e/ou intoxicações alimentares (Pardi et. al. , 1995).

O mesmo autor informa que o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) apenas define embutidos e alguns produtos isoladamente, sem classificá-los. A classificação é influenciada por hábitos regionais. Portanto, classifica as lingüiças como um embutido fresco de massa crua

ou semicrú, de consumo imediato e de guarda sob refrigeração (temperatura de 0°C ± 1°C). O prazo de comestibilidade oscila entre 1 e 6 dias.

No Chile, Lopez<sup>1</sup> et al. (*apud* Pardi, 1995, p. 829) observaram uma perda da qualidade comercial do produto aos 15 dias. No Brasil, segundo Pardi et al., 1995, o prazo de vida comercial é em torno de 7 dias, quando armazenado e comercializado a temperatura de 4°C.

Bressan & Perez, 2001, descrevem as seguintes etapas do processo para a fabricação de lingüiça:

- a) Matéria Prima: A carne a ser utilizada no preparo de lingüiça deve estar livre de aponeuroses (nervos), tecidos com hematomas (machucados) gânglios (ínguas), pequenos pedaços de ossos e objetos estranhos. Como matéria prima podem ser utilizadas carnes oriundas de suínos, bovinos e aves, assim como retalhos de carne gorda ou magra e toucinho. O tipo de carne a ser empregado varia de acordo com a formulação escolhida.
- b) Moagem: A matéria-prima (carne, toucinho ou papada) deve ser reduzida a pedaços que possam entrar sem dificuldades pelo bocal do moedor. Dessa matéria-prima, as carnes duras devem ser finamente moídas, enquanto as mais macias e as gorduras devem, em discos de maior calibre. A temperatura da carne a ser moída deve ser de 0° a 4°C, pois a moagem provoca um aquecimento indesejável à carne.
- c) Condimentação: Os temperos utilizados na formulação devem ser previamente separados e dissolvidos em água gelada. Após a moagem, os componentes da formulação (carne, toucinho, outros ingredientes e os temperos) devem ser transferidos a um recipiente próprio e misturados de

---

<sup>1</sup> LÓPEZ, L.; PENNA, E.W. DE; VILCA, R. et al. *Vida útil de cecinas crudas*. Fleischwirtsch (espanol), n.º 2, p. 25-29, 1989

forma homogênea para que essa massa obtenha uma boa liga. O uso da água gelada, além de facilitar a diluição dos condimentos e a homogeneização do tempero à massa, contribui para a redução da temperatura do material. A seguir, a massa pode descansar por algumas horas em geladeira. A quantidade dos condimentos utilizados, bem como a da matéria-prima, varia conforme a formulação do produto.

- d) Embutimento: A massa (carne, toucinho e condimentos previamente misturados) deve ser embutida como uma massa compacta, sem espaço de ar. As bolhas de ar podem causar oxidação (ranço) e escurecimento nas regiões circunvizinhas a elas, comprometendo a apresentação do produto final. Nessa operação, pode ser usada embutideira ou funil. Como envoltório para as lingüiças frescas, tripas artificiais ou naturais de suínos, bovinos ou ovinos, com calibre médio (28-32mm) previamente umedecida. Simultaneamente ao enchimento da tripa com massa, são realizadas as torções na tripa para o posterior amarrio. Normalmente, as torções são feitas a cada 10 cm. No caso de envoltório natural, a pressão da massa não deve ser grande, pois esse tipo de envoltório pode encolher após o processo.
- e) Amarrio: As extremidades dos envoltórios e regiões de torção devem ser amarradas com fio de algodão (barbante). Esse fio não deve ser muito fino e a pressão dos nós não deve ser excessiva, para não causar corte na tripa e extravasamento na massa. Entretanto, em alguns tipos de lingüiças, os gomos podem ficar soltos sem o amarrio.
- f) Armazenamento: As lingüiças frescas, processadas em boas condições de higiene podem ser armazenadas em geladeira por até 15 dias e em “freezer” por até 6 meses.



## 2.2 PROBLEMAS RELATIVOS À CONTAMINAÇÃO ALIMENTAR

Há fatos relevantes na literatura onde diversos pesquisadores nos mostram como a contaminação bacteriana pode afetar os alimentos destinados ao consumo humano, por exemplo:

Jawetz et al. (1974) relatam que as principais doenças transmitidas por alimentos são infecções por salmonelas, shigela, infecções estafilocócicas e estreptocócicas. As salmonelas constituem contaminantes amplamente disseminados nas carnes de aves domésticas e em ovos nos Estados Unidos.

Pesquisas realizadas por Mulder (1976) mostram que as salmonelas podem ser isoladas da pele de aves e da água de lavagem de aves refrigeradas ou congeladas. A presença de salmonelas na água depois do congelamento de carcaças é de grande importância em saúde pública, por causa da possibilidade da sua transferência para outros alimentos.

Taringa et al. (1978) demonstraram que a poluição do meio ambiente, tendo como principais responsáveis insetos, roedores, pássaros, águas, entre outros, constitui parte importante do ciclo infeccioso, no qual o homem e animais, portadores ou doentes, apresentam um importante papel. Esses ciclos parecem responsáveis por uma taxa de contaminação cada vez mais alta, sendo responsabilizados pelo grande número de infecções em homens e animais.

De Wit et al. (1979) relataram que alimentos crus contaminados, introduzidos nas cozinhas são responsáveis pela disseminação do germe nos alimentos e utensílios até então livres de salmonelas.

Grossklaus (1979) afirma que, embora na fabricação de produtos derivados de carne de aves, como nos embutidos frescos, se utilizam inibidores de crescimento

bacteriano, as intoxicações alimentares são de comum ocorrência, muitas delas em virtude do tratamento térmico insuficiente no preparo do alimento.

Pelczar (1981) registra que as aves recentemente depenadas e evisceradas possuem uma flora bacteriana de superfície. De tal processo resulta também contaminação cruzada da carcaça.

Os coliformes são espécies pertencentes à família Enterobacteriaceae, não enteropatogênicas, indicadores de contaminação fecal, pois a sua presença avalia as condições higiênico-sanitárias do processamento. A *Escherichia coli*, a espécie padrão do grupo, é utilizada como indicador da possível presença de bactérias enteropatogênicas. Sua presença nos alimentos provoca diarreia. Os principais alimentos incriminados são: carnes e produtos cárneos, peixes, aves, leite e derivados, vegetais, produtos de padaria, água, e outros ( Kornacki et al., 1982).

Segundo Roitman & Travassos (1988); os grupos de microrganismos mesófilos e psicrófilos, são utilizados para avaliar bacteriologicamente o alimento, com o objetivo de se estimar sua qualidade higiênico-sanitária, fazer uma verificação da eficiência do sistema de limpeza e desinfecção na indústria e avaliar o tempo de vida útil dos produtos, entre outros parâmetros. A verificação de um elevado número de bactérias desses grupos é forte indício de produto alterado, independente do seu efeito sobre a saúde do consumidor.

Oliveira et al. (1992) analisaram amostras de especiarias em pó para a elaboração de embutidos cárneos e detectaram a presença de microrganismos da família Enterobacteriaceae em 87,5% das amostras. Concluíram que essas especiarias podem servir como veículo de contaminação aos embutidos cárneos.

Nas toxinfecções alimentares desenvolve-se um quadro típico de infecção provocado pela ingestão de carne ou outro alimento contaminado por bactérias patogênicas, que produzirão as toxinas no próprio organismo do hospedeiro. São

tidos como capazes de provocar toxinfecções alimentares os representantes da família Enterobacteriaceae, habituais nos intestinos do homem e animais, sempre relacionados com uma contaminação de origem fecal e são introduzidos em alimentos por contato direto ou indireto (Pardi, et al., 1995).

O *Staphylococcus aureus* em alimentos representa um sério risco para a saúde pública, pois várias cepas produzem enterotoxinas que causam intoxicação alimentar. Os alimentos associados com intoxicação estafilocócica são: carnes de aves, suínos e bovinos, e produtos derivados de carne ( presunto, lingüiça, salame) e outros. Muitos são contaminados durante seu preparo pelos manipuladores em contato direto com os alimentos processados e após, impropriamente refrigerados até o consumo (Lancette<sup>2</sup>, *apud* Viestel, 1996, p. 20-21).

Viestel (1996) analisou 30 amostras para avaliação bacteriológica de lingüiça de frango provenientes do comércio no município de Niterói/RJ. 76,6% foram positivas para *Staphylococcus aureus*; 70% positivas para *Coliformes fecais* e os valores médios para contagem de heterotróficos aeróbicos mesófila foram de  $2,6 \times 10^5$  UFC. Ressaltou o autor a inexistência de uma legislação para embutido frescal de frango

### 2.3 CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS

Segundo o Comitê Misto de Especialistas em Segurança Alimentar da Organização Mundial das Nações Unidas para a Agricultura e da Organização Mundial de Saúde (FAO/WHO, 1977), as doenças oriundas de alimentos contaminados são " talvez o maior problema de saúde do mundo contemporâneo e constituem um importante fator de redução da atividade econômica".

---

<sup>2</sup> LANCETTE, G. A.; TATINI, S. R. *Staphylococcus aureus*. In: VANDERZANT, C. ; SPLITTSTESSER, R. F. *Compendium of Methods of the Microbiological Examination of Foods*. 3 ed. Washington. APHA, 1992.

Além do mais, os alimentos perecíveis representam a dieta tradicional de numerosas populações tropicais, tendo entre seus principais itens de exportação matérias primas de origem animal e vegetal, uma de suas principais fontes de divisas. Estes se deterioram, progressivamente, no espaço de tempo entre a produção e o consumo, mesmo quando mantida sob refrigeração. Existem muitas preparações alimentícias derivadas de produtos frescos, e a prolongação do tempo de conservação desses perecíveis aumentaria as oportunidades de comercialização e distribuição (OMS, 1989).

Hoje, o homem deseja uma alimentação variada durante todo o ano. As estações do ano limitam essa possibilidade, enquanto que a conservação de alimentos por meios artificiais possibilita esse conforto (Riedel, 1996).

O mesmo autor conclui que a alteração provocada pela contaminação microbiana produzida em matérias-primas e em alimentos pode levar o homem a ter que jogá-los fora. Porém, atualmente, isso não pode acontecer, pois existe uma necessidade que aumenta dia a dia em alarmante progressão, de alimentar mais e mais indivíduos, e a produção desses alimentos é ainda insuficiente.

A aplicação correta de métodos adequados de conservação reduz o desperdício e as perdas causadas por insetos, roedores e microrganismos que, dessa maneira, têm suas fontes de alimentos cortadas, o que por sua vez ajuda a controlar essas populações (Riedel, 1996).

Dentre os principais alimentos de fácil deterioração, destaca-se a carne e seus produtos industrializados, que dependem de muitos fatores ou atributos para que sejam de boa qualidade: atratividade, palatabilidade, valor nutritivo e inocuidade. Altera-se com bastante facilidade, pelo fato de constituir um excelente meio de cultivo para numerosos microrganismos: elevada umidade, pH quase neutro e abundância de nutrientes. Por isso, poderá ser foco de vários tipos de bactérias

causadoras de intoxicação alimentar. O controle do crescimento dessas bactérias pode ser obtido refrigerando-se a carne e seus produtos a temperaturas inferiores a 2°C. O uso do frio artificial apresenta vantagens de preservar o produto como um recurso estacional; garantia do transporte à distância e a possibilidade do seu uso ulterior na industrialização ou consumo.

Nos últimos tempos, sobretudo por motivos econômicos, observa-se um quase total desinteresse no transporte à distância de produtos refrigerados. Esse fato se deve não apenas ao alto custo do frete, à limitação do espaço de carga, às restrições fitossanitárias ou armazenagem sob frigorificação, como também à evidente evolução das técnicas de congelação, tendo como desvantagens: ser um método bastante caro; causar endurecimento e ressecamento superficial da carne e o desenvolvimento de psicrófilos. Os métodos existentes são onerosos por sua exigência de energia ou quando, em algumas áreas, sua aplicação se torna difícil.

As empresas de alimentos modernas dispõem de procedimentos de conservação que estão evoluindo e se aperfeiçoando de acordo com o progresso da ciência e da tecnologia, têm-se introduzido nelas variantes e novas técnicas ou processos. Serão citados métodos de conservação que combatem microrganismos deteriorantes e patogênicos, que são empregados na indústria cárnea, visando garantir a qualidade sanitária dos alimentos, podendo-se fazer combinação deles:

- a) Controle da contaminação por microrganismos: Impede que os microrganismos cheguem ao alimento. Aplicado aos alimentos ainda crus;
- b) Remoção de microrganismos: Usa-se método de filtração, centrifugação lavado e expurgo para eliminar os microrganismos dos alimentos;
- c) Manutenção de condições anaeróbias: Os aeróbios termorresistentes não germinam nem crescem na ausência do oxigênio;

- d) Emprego de temperaturas baixas: Usado para retardar as reações químicas e ação das enzimas, e atrasar ou inibir o crescimento e atividade dos microrganismos que se encontram nos alimentos. As temperaturas inferiores ao ponto ótimo para o crescimento diminuem o ritmo metabólico e, sendo a temperatura suficientemente baixa, cessa o metabolismo e o crescimento. É dividido em duas categorias principais: congelamento e refrigeração. Esse método promove algumas alterações nos alimentos tanto nas características nutricionais como nas sensoriais;
- e) Emprego de temperaturas altas: Baseia-se na destruição dos microrganismos pelo calor. Isso ocorre porque há coagulação das suas proteínas e porque inativa as enzimas necessárias ao metabolismo desse microorganismos;
- f) Uso de aditivos: Conforme Riedel, 1996, o artigo 2º do decreto 55.871, de 25/03/65, aditivo para alimentos é “a substância intencionalmente adicionada ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique o seu valor nutritivo”. Essas substâncias reconhecidas legalmente, para se tornarem um bom conservador, terão que evitar a deterioração dos alimentos e possuir atividades bactericidas e bacteriostáticas;
- g) Controle da Umidade: Utiliza os métodos de salga e secagem, desidratação e liofilização para que ocorram a dessecação da carne. Consiste na redução da disponibilidade da água do alimento, que conseqüentemente irá inibir o crescimento dos microrganismos e retardar a atividade das enzimas;
- h) Conservação por fermentação: Baseia-se na proliferação de certos microrganismos não prejudiciais à saúde humana e que formam, durante o

seu metabolismo, produtos ácidos que modificam o pH e, portanto, impede a proliferação de microrganismos de decomposição;

- i) Defumação: Processo cuja ação prolongada da fumaça, que inibe o crescimento microbiano, retarda a oxidação das gorduras e fornece aroma às carnes;
  
- j) Uso de embalagem: Do ponto de vista sanitário, as embalagens fazem parte obrigatória do processo de conservação do alimento. Porém, oferece proteção contra contaminação e mudanças de grau de umidade, além da facilidade de manuseio, uniformidade de apresentação e facilidade de identificação (Riedel, 1996).
  
- k) Irradiação: Apresenta os mesmos objetivos dos métodos de conservação de alimentos citados acima: reduzir as perdas devido à alteração e à decomposição, e combater os microrganismos e outros organismos causadores de enfermidades por via alimentar. Uma dada dose de radiação destrói numa proporção determinada uma população microbiana a ela exposta, independente do número de microrganismos presentes. A irradiação promete melhorar nossa habilidade de conservar os alimentos e reduzir a incidência de algumas doenças próprias deles, e ao mesmo tempo, apresenta efeitos benéficos tanto para a saúde pública, quanto para o comércio internacional.

O Instituto Americano de Carnes (AMI) realizou um estudo sobre a irradiação de alimentos e concluiu que: “A alternativa mais atrativa para tornar a carne livre de bactérias patogênicas, com reduzida ou nenhuma mudança nas suas propriedades sensorias, é a irradiação.” (Ferreira, 1999)

Portanto, as vantagens da irradiação em relação aos métodos tradicionais de conservação de alimentos, que foram citados acima são:

- a) Para as **AGROINDÚSTRIAS**, um modo seguro de combater diversos microrganismos patogênicos como: *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria*, *Staphylococcus aureus*, psicrófilos e mesófilos, que deixarão de fazer parte das preocupações das indústrias e disso resulta oferta do produto mais seguro, com benefício de uma vida útil mais longa, e aumento do comércio de exportações dos produtos alimentícios que sempre estão sujeitos a normas rígidas de controle de qualidade.
- b) Em relação ao **PAÍS**, ajuda a combater o desperdício de alimentos, reduzindo as perdas provenientes da alteração e da decomposição e os aspectos relativos à segurança alimentar que beneficia a saúde pública e facilitar a abertura de novos mercados internacionais com custo reduzido.
- c) Quanto aos **CONSUMIDORES**, beneficiam-se eles com o aumento do tempo de armazenamento do produto, com redução ou eliminação do uso de conservantes químicos, podendo ficar até 6 meses em temperatura ambiente, associado à capacidade de esterilizar completamente um alimento, sem prejudicar as suas qualidades nutricionais, tornando-o apropriado até mesmo para os pacientes com baixa imunidade.

#### 2.4 A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS E O SEU PROCESSO

Método utilizado em vários países para garantir a qualidade e segurança dos alimentos, com finalidades sanitária, fitossanitária e/ou tecnológica, com o objetivo de conservar, reduzir ou eliminar a sua carga microbiana, a Irradiação de Alimentos é um processo físico de tratamento que pode ser comparado à pasteurização térmica. Envolve a exposição dos alimentos, embalados ou não, à energia ionizante, proveniente de um radioisótopo, que emite uma radiação atômica (raios gama, raios x ou feixe de elétrons) e se propaga no espaço. O processo funciona interrompendo



os processos orgânicos que levam o alimento ao apodrecimento. Células microbianas e outros organismos causadores de enfermidades alimentares, como bactérias, leveduras e fungos, são rompidas e parasitas, insetos e seus ovos e larvas são mortos ou se tornam estéreis. O método também reduz a presença de micotoxinas presentes nos produtos agrícolas passíveis de estocagem, como cacau, manga, alho, entre outros.

Irradiando alimentos, particularmente aves, pescados e derivados, além de outros de origem vegetal, em combinação com os métodos mais limpos de processamento de alimentos, poder-se-á reduzir, significativamente, a incidência de doenças causadas por microrganismos.

A irradiação é chamada de "processo frio", porque a variação de temperatura dos alimentos processados é insignificante. Os produtos que foram irradiados podem ser transportados, armazenados ou consumidos imediatamente após o tratamento.

No Brasil, esses alimentos têm sua irradiação autorizada pela Portaria 9/85 DINAL - MS para o consumo humano. Considerando a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando à proteção à saúde da população; considerando a necessidade de atualizar, harmonizar e consolidar as normas e regulamentos técnicos relacionados a alimentos; fazer os controles fitossanitário e zoonossanitário está sujeitos aos critérios estabelecidos pela autoridade competente do Ministério da Agricultura e realizar estudos atualizados sobre aplicação da irradiação no tratamento sanitário de alimentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) aprovou o Regulamento Técnico para Irradiação de alimentos, de acordo com Resolução (RDC – 21) publicada em 26 de janeiro de 2001, com o objetivo de estabelecer os requisitos gerais para o uso de irradiação de alimentos com vistas à qualidade sanitária do produto final.

O Codex Alimentarius aponta, nos seus requerimentos gerais para a Irradiação de alimentos, as recomendações do Comitê Misto de Especialistas em Irradiação de Alimentos (CMEIA), em que considera somente os tipos de radiações ionizantes listados abaixo, como sendo apropriados para aplicação em alimentos:

- a) Raios gama: São emitidos pelos radionuclídeos  $^{60}\text{Co}$  ou  $^{137}\text{Cs}$ , com alto poder de penetração e fornecimento de boa uniformidade de dose, o que permite o tratamento de produtos de tamanhos, densidade e forma variáveis; apresentam velocidade de irradiação um pouco lenta quando comparada com a irradiação com feixes de elétrons, e emissão da radiação não direcionada somente ao produto.
- b) Aceleradores de elétrons: são gerados por equipamentos denominados aceleradores. Produzem feixes de elétrons de alta energia e os aceleram para velocidades muito altas, produzindo milhões de K Gy em frações de segundo. A energia máxima irradiar é de 10 MeV.
- c) Raios X: Gerados por máquinas operadas com energia máxima de 5 MeV, são produzidos quando um feixe de elétrons acelerados, com energia suficiente alta, bombardeia um anteparo, alvo metálico, reduzindo sua energia cinética; os elétrons mudam de direção e emitem a diferença de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas denominadas raios X; são menos penetrantes que os raios gama provenientes do  $^{60}\text{Co}$  e mais penetrantes que os feixes de elétrons produzidos pelos aceleradores.

A Irradiação de alimentos utiliza um irradiador de grande porte, ou porte comercial, onde o produto é colocado em containers e conduzido para o interior de uma câmara especial de processamento, através de uma esteira, por um

tempo pré-determinado e num ritmo controlado preciso, de forma a receber a quantidade exata de energia para o tratamento, sendo a fonte mais comum de raios gama, para processamento de alimentos, o radioisótopo Cobalto 60 ou Césio-137, provocando o efeito desejado.

Nessa câmara especial, no centro, localiza-se a fonte que vai liberar os raios gama. Os containers giram na esteira, de forma que todos os lados recebem a mesma quantidade de radiação. Ao término do processo, os containers seguem pela esteira para fora da câmara, e os produtos encontram-se desinfectados e prontos para o consumo.

Por medida de segurança, a fonte fica submersa em uma piscina, e só emerge para a aplicação dos raios. As paredes dessa câmara de aplicação são feitas em concreto, com aproximadamente dois metros de espessura, e portas de chumbo, o que impede o vazamento da radiação. Todo o processo de irradiação é controlado, com o objetivo de evitar excessos, e é feito de fora da câmara, em um sistema totalmente computadorizado, não havendo nenhum contato de funcionários com a radiação. Há ainda dispositivos de travamento e alarme que impede que a fonte de radiação se eleve da piscina caso as portas da câmara não estejam lacradas. Todas instalações de irradiação devem ter uma licença para operação. Na maioria dos países a regulação exige a inspeção periódica das instalações, para verificar o cumprimento dos Termos das licenças de exploração.

Assim, a radiação controlada nas condições controlada em que é aplicada, inclusive em relação à dose, não torna radioativas nem as paredes da câmara de irradiação de alimentos nem a maquinaria envolvida, da mesma forma que não torna os alimentos radiativos.

Como qualquer outro método de preservação de alimentos, a qualidade do produto final é determinada grandemente pela qualidade da matéria prima. A

Irradiação deve ser aplicada apenas em alimentos que se encontram em apropriados padrões pré-irradiação. É importante que as condições de armazenamento pós-irradiação estejam cuidadosa e adequadamente planejadas para evitar a proliferação microbiana. (FAO/WHO,1977)

A quantidade da dose fica na dependência da estrutura biológica com que se trabalha, portanto, é controlada por meio da intensidade da radiação e pelo tempo de exposição do produto. A dose de radiação é medida em Gray (G) ou quilograys (kGy), onde  $1 \text{ Gray} = 0,001 \text{ kGy} = 1 \text{ Joule de energia absorvida por quilograma de alimento irradiado}$ . De acordo com a OMS, alimentos irradiados com doses de até 10 kGy não necessitam de avaliação toxicológica ou nutricional. Os alimentos irradiados consumidos no mundo não recebem mais do que essa dosagem. À medida que se amplia a dose, reduz-se exponencialmente o número de germes sobreviventes (Ferreira,1999).

É importante destacar que a dose de energia nuclear que o alimento recebe não fica armazenada nele, apenas o atravessa. A sua quantidade é controlada por meio da intensidade da radiação e pelo tempo de exposição do produto. Produz efeitos durante a irradiação, quando reage com o material biológico, mas não possui efeito físico direto contínuo. Pesquisas com técnicas analíticas precisas, provaram que não houve formação de substâncias exclusivas nos alimentos irradiados (GCIIA,2000).

As formas de radiação utilizadas no processo de irradiação do alimento provocam ionização, ou seja, criam cargas positivas ou negativas, da formação dessas cargas resultam efeitos químicos e biológicos que impedem a divisão de células vivas, tais como bactérias e células de organismos superiores, ao alterar suas estruturas moleculares. Dessa forma, células microbianas, como bactérias, leveduras e fungos são rompidas. Parasitas, insetos e seus ovos e larvas são mortos ou se tornam estéreis. A tecnologia também inibe a maturação de algumas

frutas e legumes Quando produzem reações bioquímicas nos processos fisiológicos dos tecidos vegetais.

Um produtor pode irradiar os seus produtos pagando uma importância justa, garantindo a eliminação de doenças e prolongamento da vida útil. Para esse produtor, o ganho é líquido e certo, pois poderá colocar os seus produtos no comércio interno e externo e, assim, contribuir para o aumento do comércio internacional de produtos alimentícios sujeitos a normas rígidas de exportação em termos de qualidade e quarentena.

## 2.5 EFEITOS DAS IRRADIAÇÕES NOS ALIMENTOS

Pesquisas mostraram que a irradiação não provoca nenhum malefício à saúde humana, desde que respeitada a dosagem máxima. Em 1997, a conferência da Organização Mundial de Saúde (OMS), realizada em Genebra, Suíça, constatou que a irradiação assim aplicada não é nociva à saúde e liberou a utilização da técnica para todo tipo de alimento.

O efeito biológico das radiações ionizantes pode ser avaliado de diversas maneiras: a incapacidade de divisão celular, a parada da respiração e o bloqueio da biossíntese de macromoléculas. A incapacidade de divisão celular é o critério mais usado, pela simplicidade de sua medida, porém convém salientar que o fato de a bactéria não ser capaz de formar colônias não significa o bloqueio das demais funções celulares (Noberg,1986).

Segundo a FAO<sup>3</sup> (apud Noberg,1986, p.18), o efeito das radiações ionizantes sobre os diferentes componentes dos alimentos, mesmo em vitaminas, é muito pequeno. É possível que possa produzir uma ligeira redução no valor nutritivo de

---

<sup>3</sup> FAO, Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y alimentación. *Bases técnicas para la legislación referente a los alimentos irradiados*. Roma, 1966, p. 6,8,23, 38, 39, 54, 57, 58.

alguns componentes dos alimentos, contudo essas reduções são tão insignificantes que não trariam prejuízos à nutrição dos consumidores.

Nos sistemas biológicos, o alvo crítico das radiações ionizantes são as moléculas de DNA. O tamanho de sua molécula comparada com outras moléculas da célula, o peso molecular e o arranjo estrutural constituem fatores que influenciam sua sensibilidade à radiação. Na forma de fita dupla, o DNA é muito mais sensível que na forma de fita simples, conseqüente à divisão celular (Diehl, 1995).

Alternativamente, no efeito indireto da radiação, esta pode interagir com outros átomos ou moléculas da célula, particularmente água, para produzir radicais livres e íons que podem difundir-se para o meio e danificar o DNA. Este efeito indireto da radiação é importante em células vegetais, onde o citoplasma tem em torno de 80% de água (Diehl, 1995).

As radiações ionizantes provocam alterações nos lipídios da carne, que sofrem transformações semelhantes à rancificação oxidativa. Quanto maior o teor lipídico de um alimento maiores as alterações nas características sensoriais. (Pardi et al.,1995).

Segundo Ferreira, 1999, carnes irradiadas com altas doses apresentam certo amolecimento, o que tem sido visto como um fator positivo. Tal amolecimento ocorre nesses produtos pela quebra de colágeno, produzindo como resultado um produto de textura macia.

O mesmo autor observa que nenhum efeito tóxico, mutagênico ou teratogênico foi identificado quando os estudos utilizaram diferentes espécies, mesmo após acompanhamento de várias gerações onde modelos animais foram alimentados com um determinado alimento irradiado ou com uma dieta integral. Mesmo a partir de uma ingesta de 100% de alimentos irradiados, experiências

realizadas com voluntários humanos também não tiveram em nenhum efeito negativo, nem quanto à indução de mudanças cromossômicas.

Dados mostrados por Ferreira, 1999, indicam que os vírus são mais resistentes à radiação do que os esporos microbianos. De acordo com esses dados, a segurança viral somente pode ser obtida com doses entre 20 e 100 kGy .

Amplas pesquisas demonstraram que os macronutrientes, tais como as proteínas, os carboidratos e lipídios são relativamente estáveis, quando os alimentos são expostos à dose máxima de radiação de 10 kGy. As alterações insignificativas quando submetidas a essa dose, são equivalentes às promovidas por outras tecnologias e são consideradas aceitáveis, tendo em vista as vantagens adicionais que a tecnologia em questão pode oferecer (Ferreira, 1999).

O mesmo autor registra um estudo com carne de frango sobre os percentuais de várias vitaminas, quando essa foi submetida ao calor e radioesterilização. A irradiação não provocou um efeito significativo nas concentrações de cianocolabamina (B<sub>12</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), pirodoxina (B<sub>6</sub>), niacina, ácido pantotênico, biotina, ácido fólico, colina e vitaminas A, D, K. Como pode ser observado, os percentuais de tiamina em ambos os processos, foram significativamente mais baixos quando comparados com aqueles das amostras- controle, 32% menos nas gama esterilizadas e 34% menos nas processadas com calor. Os percentuais de vitamina B<sub>12</sub> mostraram-se significativamente mais elevados que nas amostras- controle. Os percentuais das outras vitaminas não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle. Essas perdas podem ser minimizadas pela irradiação em temperaturas de congelamento e na ausência de oxigênio.

Os micronutrientes, especialmente as vitaminas, podem ser sensíveis a qualquer método de tratamento de alimentos, incluída a irradiação, e podem ser afetados se forem particularmente susceptíveis ao ataque de radicais livres formados pela radiação.. A quantidade das perdas das vitaminas depende de muitos fatores,

entre eles: a quantidade de dose de radiação; as condições nas quais se irradia o alimento; a origem do alimento; o tempo decorrido entre a irradiação e análise e a temperatura durante a irradiação e durante o tempo de estoque após a irradiação. As vitaminas A, E, C, K e B1 (tiamina) nos alimentos são relativamente sensíveis à radiação, enquanto que outras vitaminas do complexo B, tais como vitamina D, são muito mais estáveis. Em relação aos minerais, a irradiação não exerce nenhuma influência sobre sua biodisponibilidade (GCIIA, 2000).

Pesquisas demonstram que quase todos os materiais usados na embalagem de alimentos que foram testados são adequados para a irradiação com doses máximas de 10 kGy, que é o limite internacionalmente aprovado para a irradiação de alimentos. Foi aprovada a utilização de vários tipos de materiais de embalagem para os alimentos irradiados. Há mais de vinte anos a US Food and Drug Administration aprovou outros para de alimentos. Recentemente, o Canadá aprovou uma lista de materiais, incluindo uma folha de polietileno de várias camadas, com segurança para alimento a ser irradiado. As perdas nutricionais serão menores se o produto for embalado a vácuo e se a temperatura, durante a irradiação, for baixa (GCIIA, 2000).

Nem todos os alimentos podem ser irradiados, um exemplo é o leite, que adquire uma sabor impalatável. Para se adotar a irradiação como um processo de conservação do alimento, é preciso que se realize um estudo das suas características organolépticas pós-tratamento. Na maioria dos alimentos, entretanto, essas alterações são mínimas ou simplesmente inexistem.

No Brasil e em outros países, as pesquisas neste campo continuam a ser realizadas até hoje, inclusive por atendimento a solicitações de algumas indústrias quanto à realização de testes demonstrativos sobre produtos alimentícios irradiados.

A irradiação de alimentos pode produzir uma variedade de resultados, que também poderão ser bastante benéficos aos produtores e consumidores,



dependendo do tipo do alimento e da quantidade de energia ionizante por ele absorvida, de acordo com o quadro abaixo:

TIPO DE ALIMENTO	DOSE EM kGy	EFEITO
CARNE, FRANGO, PEIXE, MARISCO, ALGUNS VEGETAIS, ALIMENTOS PREPARADOS	20 – 70	Esterilização. Os produtos tratados podem ser armazenados à temperatura ambiente.
ESPECIARIAS E OUTRAS FRUTAS	8 – 30	Reduz o número de microorganismo e destrói insetos: substitui produtos químicos
CARNE, FRANGO, PEIXE	1 – 10	Retarda a deterioração, mata alguns tipos de bactérias patogênicas ( <i>Salmonella</i> ).
MORANGOS E OUTRAS FRUTAS	1 – 4	Aumenta o tempo de prateleira, retarda o aparecimento e 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 NÃO CÍTRICAS	0,25 - 0,35	Retarda a maturação.
CARNE DE PORCO	0,08 - 0,15	Inativa a Trichinela.
BATATA, CEBOLA, ALHO	0,05 - 0,15	Inibe o brotamento

\* Fonte: Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear

Portanto, o processo de irradiação acarreta poucas alterações químicas nos alimentos. Nenhuma das alterações conhecidas são nocivas ou perigosas (GCII,2000).

## 2.6 PANORAMA MUNDIAL DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Na tentativa de melhorar a qualidade higiênica de produtos alimentícios, foi na República Federal da Alemanha, em 1957, que ocorreu o primeiro uso comercial da irradiação dos alimentos com elétrons, através da utilização de um gerador Van der Graff (Ferreira,1999).

No início dos anos 70, a National Aeronautics and Space Administration (NASA), adotou o processo de esterilização de alimentos pela irradiação, para o consumo de astronautas no espaço, prática esta adotada até hoje. No início da década de 90, o governo americano recomendou que os hambúrgueres fossem irradiados. A medida reduziu a contaminação pela *Escherichia coli*, bactéria que causa graves infecções intestinais. Carne de suíno recebe o tratamento há mais tempo: desde 1985. Embora a técnica seja utilizada já há algum tempo no setor, a oferta de carne irradiada está ao alcance apenas de mercados limitados.

Em setembro de 1976, em Genebra, uma comissão conjunta de três organizações: a Organização de Administração e Agricultura (FAO), a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e a Organização Mundial de Saúde (WHO), recomendou a aceitação incondicional de cinco alimentos irradiados: frango, mamão, batata, morango e trigo; e propuseram a aceitação provisória de cebola, bacalhau e arroz.

A partir da adoção em 1983, pela Comissão da Codex Alimentarius, do Codex Padrão para Alimentos Irradiados, em que foi reconhecida a sanidade dos alimentos assim tratados, verificou um número crescente de governos, inclusive de países em via de desenvolvimento, que reconhecem a segurança e efetividade da irradiação, como um método capaz de reduzir perdas de alimentos pós-colheita e pós-abate, controlar certas doenças veiculadas por alimentos e também, como método capaz de facilitar a expansão do comércio de alimentos a nível interno e externo (Ferreira,1999).

Carne de frango já vem sendo irradiada desde 1993 para controlar a salmonela e colocada à disposição de mercados limitados dos EUA. Mais recentemente, o mercado de alimentos vem utilizando frango irradiado em quantidades crescentes. Estabelecimentos tais como hospitais e restaurantes têm utilizado esse produto em bases regulares. Usando normalmente em suas cozinhas frango irradiado para redução de bactérias patogênicas, esses estabelecimentos reduzem o risco de contaminação cruzada de outros alimentos, durante a sua preparação.

No Brasil, as pesquisas com irradiação de alimentos foram iniciadas por volta da década de 60, estiveram praticamente paralisadas a partir de meados de 70 e foram impulsionadas novamente a partir de 1984, quando começaram a ser proibidos os tratamentos quarentenáveis com agentes fumigantes, o que levou países como EUA e o Japão a proibirem a importação de mamão e manga, provenientes do Brasil. Com a recente medida adotada pela Anvisa, esse quadro começou a mudar. Já se pratica no país a irradiação para proteção de frutas, peixes, especiarias e condimentos (principalmente os exportáveis), farinha, cebola, e no controle de pragas (Ferreira,1999).

Entre os alimentos submetidos a esse processo estão as frutas, vegetais, temperos, grãos, frutos do mar, carne e aves. Mais de 1,5 toneladas de alimentos é irradiada no mundo a cada ano, segundo a Fundação para Educação em Alimentos Irrradiados (entidade norte-americana). Embora essa quantidade represente apenas uma pequena fração do que é consumido no mundo todo, a tendência é crescer (Mello, 2000).

A lista dos países e alimentos irradiados que atualmente são comercializados é bastante extensa, por exemplo, citamos, a comercialização regular de alimentos irradiados como: grãos; batatas; cebolas e alho, na Bélgica, França, Hungria, Japão, Holanda, alguns países da antiga União Soviética, Bangladesh, Chile, China,

Filipinas e Tailândia. Mariscos congelados e alimentos desidratados na Bélgica e Holanda; produtos avícolas na França e ainda, morangos, mangas, bananas, camarões, coxas de rã e salsicha de porco fermentadas, em países como a França, países baixos, África do Sul e Tailândia. Especiarias são irradiadas na Argentina, Brasil, Dinamarca, Estados Unidos, Finlândia, França, Hungria, Israel e Noruega. (GCIIA, 2000).

Portanto, a tecnologia de irradiação de alimentos tem recebido um crescente atenção em todo o mundo, por apresentar um custo financeiro competitivo com muitas outros métodos tradicionais de tratamento e conservação de alimentos. As autoridades da Vigilância Sanitária e de segurança de 37 países aprovaram a irradiação de 40 tipos distintos de alimentos. A maioria deles, que são desenvolvidos, utilizam atualmente esse processo, com fins comerciais: indústrias de processamento de alimentos, mercados institucionais como serviços e alimentação institucionais e restaurantes. Esses países necessitam irradiar os seus produtos para suprimento do próprio mercado interno e vêem também uma oportunidade promissora para aumentar o mercado internacional (GCIIA, 2000).

As embalagens dos produtos irradiados devem ser rotulados com o símbolo internacional denominado "Radura". O símbolo deve ser acompanhado pelas palavras "tratado por irradiação" ou "tratado com radiação". Essa rotulagem é exigida por lei, para informar aos consumidores que eles estão comprando um alimento processado. Esse aviso é necessário porque a radiação não deixa nenhum vestígio indicando que o alimento foi irradiado seja pela aparência, pelo cheiro ou toque. A rotulagem, também, não se faz necessária no caso de ingredientes irradiados que entram em um composto alimentar em pequena proporção. Como exemplo disso, pode-se indicar um ingrediente seco ou tempero que foi processado por irradiação, e depois adicionado em pequena proporção em um produto alimentício.

## 2.7 A IRRADIAÇÃO DOS ALIMENTOS E OS CONSUMIDORES

O custo de um alimento irradiado poderá ser aumentado em torno de US\$ 0,04 a US\$ 0,06/kg para frutas e vegetais e, de US\$ 0,06 a US\$ 0,10/kg para produtos cárnicos. Segundo pesquisas feitas com os consumidores, esse aumento é justificado e, em geral bem aceito, em decorrência dos benefícios que a tecnologia proporciona como aquelas relacionadas com a disponibilidade e quantidade, tempo de armazenamento, conveniência e garantia de oferta de alimentos com melhor padrão higiênico-sanitário (Ferreira,1999).

Com respeito a alimentos, os consumidores tendem a assumir uma atitude prudente quanto à aceitação de qualquer novidade, especialmente nova tecnologia alimentícia. Essa atitude foi observada quando se introduziu, por exemplo, a pasteurização (GCIIA, 2000).

Através de inúmeras pesquisas, os alimentos irradiados foram servidos a voluntários, astronautas, pacientes imunodeprimidos e militares de várias partes do mundo. A Organização Mundial de Saúde acompanhou esses estudos, em conjunto com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), através de uma série de reuniões com especialistas de diversos países do mundo. Na última reunião em setembro de 1997, a conclusão final foi divulgada: “A OMS aprova e recomenda a irradiação de alimentos, em doses que não comprometam suas características organolépticas, sem a necessidade de testes toxicológicos”.

O interesse dos pesquisadores em saúde pública pela irradiação dos alimentos existe há pelo menos 100 anos. Nos Estados Unidos, o Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT) vem realizando pesquisas nessa área desde 1899 e na Europa, cientistas alemães e franceses mostravam interesse pelo assunto a partir de 1914. Entretanto, os resultados dessas pesquisas não foram os mais animadores, porque o processo de irradiação provocava alterações que

comprometiam a aceitação do produto pelos consumidores. Mas as pesquisas não pararam por aí. A partir de 1950, novos estudos começavam a revelar benefícios trazidos pela irradiação dos alimentos. Mas a tragédia provocada pela bomba atômica durante a segunda guerra mundial repercutiu de maneira negativa sobre os avanços que vinham sendo alcançados até então. Foi um fator que influenciou o ritmo de crescimento da irradiação de alimentos e a compreensão e aceitação do processo pelo público. Estendeu mal-entendidos e temores a respeito das tecnologias relacionadas com a energia nuclear e o uso das radiações (GCIIA,2000).

Por essa razão, as pesquisas continuaram durante os últimos dez anos, quando foram realizados testes de informações e comercializações com consumidores de vários países ligados aos produtos alimentícios irradiados. Entre eles, figuram maçãs, batatas, cebolas, mangas, mamão, morangos, pescado seco e salsichas de porco fermentadas. Esses consumidores reagiram positivamente à oferta de alimentos irradiados.

Um estudo realizado na Alemanha revelou que os consumidores se preocupam com o processamento dos alimentos que consomem, no entanto essa preocupação foi maior no caso dos pesticidas (55%) e conservantes (43%) do que da irradiação (38%) e embora uma parcela dos consumidores seja extremamente contrária à irradiação dos alimentos, a maioria muda de opinião após serem expostos a campanhas educativas. Na Argentina, uma campanha de esclarecimento aumentou muito a aceitabilidade das cebolas irradiadas. Na França aconteceu o mesmo depois que uma rede de supermercados colocou à venda morangos irradiados. Após o esclarecimento da população, os consumidores passaram a preferir os produtos irradiados devido a sua melhor qualidade. De fato, isso mostra que, quando bem esclarecidos, os consumidores dão a devida importância à segurança e à qualidade dos produtos que consomem (GCIIA, 2000).

Estudos relacionados com o consumo nos E.U.A. indicaram que 45% a 55% dos consumidores desejariam comprar carne vermelha ou de frango irradiadas e, por

isso, com o índice reduzido de bactérias. O endosso do processo por entidades como o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e a Associação Médica Americana (AMA), deu uma grande credibilidade junto aos consumidores. Testes em supermercados e demonstrações confirmaram o nível de aceitação do consumidor americano.

No Brasil, uma pesquisa realizada pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) e pela Prefeitura do *Campus* da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) revela a opinião do público em geral da universidade e de moradores vizinhos ao *campus*, a respeito da irradiação de alimentos. Os resultados mostraram que 80% dos entrevistados desconhecem a tecnologia e, dos 20% que conhecem, 34% não têm nenhuma resistência a comer alimentos irradiados. Os entrevistados acham que deve haver indicação no rótulo dos alimentos, caso o produto tenha passado por essa técnica ( Walder et al., 2001).

Uma outra pesquisa feita pelo *site* da revista Avicultura Industrial mostra que a utilização da tecnologia ainda é desconhecida entre a maioria dos avicultores. De acordo com a enquete, apenas 30% é a favor da nova tecnologia. Do restante, 8% se dizem contrários à sua implantação, e 62% desconhecem totalmente a tecnologia.

Com essas pesquisas realizadas em diversas partes do mundo, conclui-se que o principal fator que tem influenciado o ritmo de crescimento do comércio de alimentos irradiados é a compreensão e aceitação pública.

## 2.8 ALGUNS ESTUDOS DO EFEITO DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Não há, que conste na literatura, estudo prévio bacteriológico do efeito da radiação sobre a lingüiça de frango. mas há algumas referências na literatura sobre o efeito da Irradiação em lingüiças e em frangos, como:

Segundo Gerrits et al. (1973), a aplicação de baixas doses de radiação ionizante resulta em diminuição do nível de microrganismos prejudiciais em muitos tipos de alimentos. Em aves, esse processo também pode ser usado para aumentar o tempo útil de armazenamento das carcaças.

Mulder (1976) estimou que seriam necessárias doses de, pelo menos 7,0 kGy para reduzir de 10.000 para 1 o número de salmonelas positivas. Ao estudar os efeitos da radiação gama em carcaças de frango resfriadas (10° C) e congeladas (-15°C) artificialmente contaminadas, o autor concluiu que doses de 5 kGy poderiam ser insuficientes para eliminar *Salmonella* Typhimurium.

Mossel (1977) utilizando irradiação em doses de 1 a 5 kGy, obteve eliminação total de *Salmonella* em carcaça de frango.

Diehl (1979) mostrou que em lingüiças de fígado de bovino jovem induzidas por dose de 10 MeV, a vitamina A sofreu perdas e continuou a perder durante o seu armazenamento à temperatura ambiente, por 4-8 semanas em presença de ar. O armazenamento a 0°C reduziu essas perdas. A radiação a vácuo ou em presença de CO<sub>2</sub> previne a destruição de vitamina A.

Salsicha de Wiener, com *Escherichia coli* e *Bacillus*, foi irradiada com intensidades de UV de 15, 40 e 60 mW cm<sup>-2</sup> para até 25s e 40 mW cm<sup>-2</sup> para 5s. Diminuíram os sobreviventes de ambas as bactérias. O efeito esterilizado atenuou os fins relativos para o centro da salsicha (Hirose et al.,1982).

Dickson (1985) examinou a microflora de lingüiça fermentada feita de carne irradiada com dose de 5,0 kGy e observou que houve uma redução de bactérias aeróbias totais, do número de coliformes e *Staphylococcus*. Tais reduções permitem uso da matéria-prima de baixa inocuidade e uma fermentação mais longa da lingüiça.



Noberg (1986) registra em sua publicação: “A utilização de concentrações aumentadas de antioxidantes (vitamina C e E) em dietas de frangos, com o objetivo de controlar o desenvolvimento de odores em carnes de frango radioesterilizados, retrata uma alternativa que pode ser eficaz, mas que pode influir no custo do produto final, inviabilizando tal aplicação para utilização em escala comercial, visto que o enriquecimento de qualquer alimento se dá a um custo bastante elevado”. O autor concluiu nessa tese que a dose letal mínima para *Staphylococcus aureus* e *Salmonella Enteritidis* var. *typhimurium* para radiação gama do Cobalto-60 é de 1,2 kGy.

Urbain (1986) afirma que a irradiação de carnes de frango com doses acima de 4,0 kGy pode provocar a sua descoloração. O mesmo autor aconselha o uso de fosfato na carne, a fim de protegê-la contra a descoloração e a exsudação provocadas pela irradiação.

A irradiação de carcaça de frango com 2,0 kGy já elimina 99% da carga microbiana (Katta et al., 1991).

Doses de 2,5 kGy, conforme Dickenson et al., 1991 e Lamuka et al., 1991 eliminam completamente a *Salmonella Typhimurium* das asas e da carne de frango mecanicamente desossada.

Em carnes de frango, o efeito da temperatura sobre os valores de  $D_{10}$  para *Escherichia coli* mostrou que essa bactéria é extremamente sensível à temperatura de irradiação. Para uma dose de 1,5 kGy e temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  observou-se uma redução de sobreviventes de 2,64 UFC (Unidades Formadoras de Colônias), mas sob  $20^{\circ}\text{C}$  tal redução chegou a 6,76 UFC. Esse mesmo estudo concluiu que uma dose de 1,5 kGy à temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  elimina completamente essa bactéria mesmo em meio altamente contaminado. Uma melhor recuperação foi detectada, quando, após a irradiação, a cultura foi incubada a  $45^{\circ}\text{C}$ ; que quando incubada  $37^{\circ}\text{C}$ . (Thayer & Boyd, 1993).

Doses de 4 kGy ou menos, são suficientes para inativar microrganismos causadores de doenças em carnes de frango. Doses de 3 kGy podem reduzir formas não esporuladas de bactérias patogênicas a níveis suficientemente baixos para estender a vida útil desses produtos, por 1 a 2 semanas sem prejuízo das qualidades sensoriais e nutricionais (WHO, 1994).

O mesmo órgão afirma que as toxinas bacterianas e micotoxinas são bastantes resistentes à radiação, e não podem ser inativadas pelos níveis de doses até 10 kGy. Será necessária a aplicação de doses muito altas, acima de 10 kGy, para inativa-las.

A FDA aprovou uma proposta para irradiação de frangos com uma dose máxima de 3 kGy para o controle de formas patogênicas de espécies como *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. e *Campylobacter* spp. Até essa dose, somente sobrevivem os patógenos formadores de esporos, como, por exemplo, *Clostridium botulinum*, cujos esporos são mais resistentes que as formas vegetativas. Um estudo demonstrou que em carnes de frango irradiadas, mantidas sob temperatura de 10°C, não houve produção de toxinas botulínicas, provavelmente pela redução da capacidade de reprodução como resultado de dano provocado pela radiação nos esporos (WHO, 1994).

Pelos estudos feitos sobre os efeitos microbiológicos, sensoriais e físicos da radurização em carne de aves, Kolsarici et al. (1995) provaram que à medida que se usam as baixas dosagens de 1,0; 2,0 e 3,0 kGy, há um decréscimo na contagem bacteriana, sem afetar as propriedades físicas e sensorial do produto.

Lawrie<sup>4</sup> (*apud Pardi et al*,1995, p. 872) lembra que há possibilidade de reduzir ao mínimo as modificações causadas pela irradiação, com uso de aditivos inócuos, no caso do ascorbato, que ao ser adicionado após a irradiação, reduz de forma notável o odor desagradável. Ainda na mesma publicação, o autor menciona que quando se irradiam carnes curadas, dá-se a redução de nitrato a nitrito; e parte deste é destruída, o que beneficia o produto sob o ponto de vista da saúde pública.

McCarthy & Damoglou (1996) avaliaram a resistência da radiação das leveduras isoladas em lingüiças e concluíram que a carne da lingüiça contribuiu para um efeito protetor sobre leveduras com doses de irradiação alta (>2 kGy). Os autores sugerem que irradiação em baixa dose seja uma alternativa satisfatória para preservação da lingüiça.

Ahn et al. (1999) estudaram a produção de voláteis e oxidação de lipídeos em salsicha de suíno cozida e irradiada em doses de 0, 2.5 ou 4.5 kGy e posteriormente embalada, e concluíram que na irradiação em embalagem aeróbica, houve produção de voláteis e, com o armazenamento, aumentou mais ainda. Em embalagem a vácuo, não houve a produção de voláteis.

Portanto, concordando com Spoto et al.(1999), não há um consenso sobre a dose de radiação para o controle de bactérias patogênicas em carne de frango. Ele finaliza que o principal motivo, dentre outros fatores, é que a dose de radiação necessária para destruir estas bactérias está diretamente relacionada com sua população inicial presente no alimento.

---

<sup>4</sup> LAWRIE, R. A. *Ciência de la carne*. Tradução por A. Marcos Barrado e M. Assunción E. Quilez. Zaragoza (España): Ed. Acribia, 1977. Tradução de: Meat Science

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIAL UTILIZADO**

##### **3.1.1 Amostras cárneas coletadas**

Foram adquiridas numa Salsicharia, aproximadamente 12 kg de Lingüiça de Frango Frescal, acondicionada em sacos de polietileno, selados a vácuo, em porções de 4 kg cada, transportada ao laboratório em recipiente isotérmico com gelo.

##### **3.1.2 Meios de cultura e reativos empregados**

- Agar Plate Count
- Água peptonada a 0,1%
- Caldo EC
- Caldo Lauril Sulfato
- Caldo Triptona
- Caldo Verde Brilhante
- Reativo de Indol Seg. Kovac's

### 3.1.3 Materiais de laboratório

Utilizou-se vidraria e equipamentos usuais do Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Industrializados de Origem Animal (LCQ) da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO – Rio).

### 3.1.4 Fonte de irradiação

A Irradiação foi efetuada no irradiador gama (Césio-137) existente no Instituto de Programa e Desenvolvimento do Centro de Tecnologia do Exército (IPD/CTEx). Trata-se uma instalação do tipo cavidade blindada, com fonte movimentada por um sistema pneumático através de um painel eletrônico, com atividade de 51 kCi, gerando uma taxa de dose máxima, aproximadamente de 2,0 kGy/h e com um rendimento de 37,27 Gy por minuto.

## 3.2 MÉTODOS

O material – Lingüiça de Frango Frescal, foi coletado diretamente da indústria e, logo em seguida, transportado para o Instituto de Programa e Desenvolvimento do Centro de Tecnologia do Exército (IPD/CTEx), sob acondicionamento em recipiente isotérmico contendo gelo.

No Laboratório do IPD, esse material foi homogeneizado, em seguida, foi separado em 3 tratamentos:

<b>TRATAMENTO</b>	<b>N.º DE AMOSTRAS</b>	<b>DOSE DE RADIAÇÃO GAMA</b>
TRATAMENTO I	15 AMOSTRAS	0 kGy
TRATAMENTO II	15 AMOSTRAS	1,5 kGy
TRATAMENTO III	15 AMOSTRAS	3,0 kGy

Em seguida, as amostras dos tratamentos II e III foram submetidas à radiação gama.

Todas as amostras, irradiadas e não irradiadas, foram conduzidas em recipientes isotérmicos com gelo ao LCQ da PESAGRO – RIO, para estudos bacteriológicos.

### 3.2.1 Estudos de laboratório

Do recipiente isotérmico contendo as amostras irradiadas e não irradiadas, foi retirada assepticamente uma alíquota e diluída em solução salina peptonada a 0,1%, esterilizada de 1:10 (p/v), formando um total de 45 amostras (conforme o quadro acima), devidamente preparadas e distribuídas, identificadas e mantidas sob refrigeração.

A avaliação bacteriológica foi realizada através da metodologia recomendada pelo Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA (Brasil,1981).

#### 3.2.1.1 Contagem de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas

É um método geral que pode ser usado para contagem de grandes grupos microbianos. Permite a visualização de colônias a partir de um número de células viáveis, bem como a contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) presentes nas amostras.

Foram utilizadas 10 g de cada amostra, pesada assepticamente, em sacos para Stomacher com capacidade adequada e adicionada a ele, 90 ml de solução salina peptonada a 0,1%. Cada saco foi posto no Stomacher, homogeneizado em rotação máxima, durante o tempo de 1 minuto à temperatura ambiente, obtendo-se assim uma diluição de  $10^{-1}$  da amostra.

Em seguida, realizaram-se as diluições subseqüentes, utilizando-se pipetas esterilizadas, sendo que 1 ml da diluição foi colocado em cada tubo a ser utilizado, contendo 9 ml de solução salina peptonada a 0,1%. Seguiram-se diluições até  $10^{-4}$ . Logo após, foi efetuado plaqueamento em meio agar padrão para contagem, utilizada a técnica pour-plate. Nessa técnica 1 ml da subamostra de cada diluição foi colocado em placas de Petri esterilizadas, vertidos sobre elas 18 ml do meio agar padrão para contagem, previamente fundidos e mantidos a 45° C.

As amostras foram homogeneizadas através de movimentos horário e anti-horário por 5 vezes consecutivas, e depois incubadas, em posição invertida em estufa à temperatura de 37°C por 24-48 hs.

Foram selecionadas as placas que apresentaram entre 30 e 300 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) e contadas no contador de colônias do tipo Quebec. O calculo do número de UFC foi feito de acordo com as “Regras para contagem de colônias” do Laboratório de Referência Animal” (Brasil, 1981).

#### 3.2.1.2 Enumeração de coliformes fecais

É um método que permite estimar a densidade de organismos viáveis presentes em uma amostra, baseando-se na probabilidade estatística relacionada com a freqüência e ocorrência de resultados positivos mais prováveis em função de um número real de microrganismos presentes. Tem objetivo de selecionar apenas as bactérias coliformes oriundas do trato gastrointestinal. Definem-se como grupo de coliformes fecais os microrganismos gram negativos capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados entre 44 e 45,5°C. Nessas condições, cerca de 90% das culturas são positivas para *Escherichia coli*, cujas cepas podem ou não ser de origem animal (Silva, 1997).

#### 3.2.1.2.1 *Teste presuntivo*

Após o preparo das diluições anteriormente descritas,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , destas retirou-se 1 ml e inoculou-se em 3 séries de 3 tubos, contendo 10 ml de caldo Verde Brilhante, com tubos de Durhan no seu interior. Estes foram incubados a  $37^{\circ}\text{C}$  por 24-48 hs. Os tubos que apresentaram gás no interior dos tubos de Durhan ao final de 48h foram considerados positivos e passados ao teste confirmativo.

#### 3.2.1.2.2 *Teste Confirmativo*

Um inóculo de cada um dos tubos positivos no teste presuntivo, de caldo Verde Brilhante com crescimento, foi transferido com auxílio de uma alça de platina com 3 mm de diâmetro, para tubos contendo 10 ml de caldo EC com tubos de Durhan em seu interior. Foram incubados a  $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 24 h em estufa, sendo posteriormente avaliados quanto à produção de gás no interior dos tubos de Durhan.

Os tubos contendo caldo EC que apresentaram resultados positivos, foi selecionados para a prova confirmatória. Esses tubos selecionados foram repicados para o caldo triptona, incubado a  $35^{\circ}\text{C}$  por 24 hs. Após esse período, adicionaria-se o reativo de Kovac's no Caldo triptona. A formação de um anel rosa na superfície do meio significa produção de Indol, indicando que a amostra é positiva para coliformes fecais.

O Indol é um produto da degradação do aminoácido triptofano. Bactérias que contêm triptofanase são capazes de quebrar triptofano, produzindo Indol e outras substâncias. O Indol é evidenciado após a adição do Reativo de Kovacs, que contém o paradimetilaminobenzaldeído, formando um anel vermelho na superfície do tubo (Silva, 1997).



Os coliformes totais foram confirmados em Caldo Verde Brilhante a 35 °C por 24-48 hs, enquanto os coliformes fecais, em caldo EC a 44,5° C por 24 h. A partir daí foi feito o cálculo do Número Mais Provável (NMP), anotando-se a quantidade de tubos confirmados nas diluições decimais. O cálculo de NMP de coliformes totais e coliformes fecais foi efetuado de acordo com a “Tabela NMP” do Laboratório de Referência Animal (Brasil, 1981).

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados da análise microbiológica foram avaliados pelo SAS System for Windows 98, por análise de variância, assumindo um teste não paramétrico de Wilcoxon Mann-Whitney.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 COLIFORMES TOTAIS**

O Número Mais Provável (NMP) dos coliformes totais apresentou uma redução significativa que se acentuou com o aumento da dose. Esse fato pode ser comprovado pela análise das tabela 1 e da figura 1.

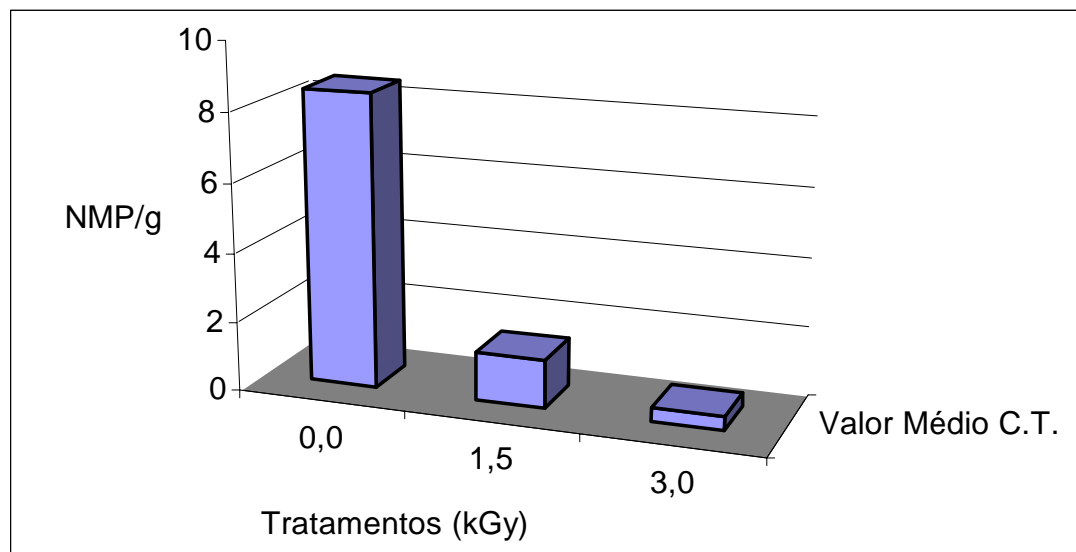
Os resultados do presente trabalho demonstraram que houve um decréscimo nos valores do NMP/g de coliformes totais existentes na lingüiça de frango frescal, com a utilização do tratamento II e tratamento III, estando de acordo com Thayer e Boyd, 1993.

**Tabela 1:** Enumeração de coliformes totais nas amostras de lingüiça de frango frescal.

Coliforme Total NMP/g			
Amostra	0 kGy	1,5 kGy	3,0 kGy
1	9,3	4,3	< 0,3
2	2	0,9	2,3
3	15	0,4	< 0,3
4	4,3	2,3	< 0,3
5	24	< 0,3	< 0,3
6	< 0,3	9,3	< 0,3
7	0,4	0,9	< 0,3
8	< 0,3	0,9	< 0,3
9	< 0,3	0,9	< 0,3
10	$4,6 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3
11	$1,5 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3
12	0,9	< 0,3	0,9
13	0,4	< 0,3	2,8
14	9,3	1,1	< 0,3
15	0,9	0,4	< 0,3
<b>MÉDIA</b>	8,5	1,4	0,4
% Redução		83,2 %	95,3 %

NMP/g = Número Mais Provável por grama da amostra

**Figura 1:** Representação gráfica da população microbiana de coliformes totais em função do tratamento.



NMP/g: Número Mais Provável por grama da amostra

C.T.: Contagem de Coliformes Totais

## 4.2 COLIFORMES FECAIS

Os resultados encontram-se na Tabela 2 e são representados na Figura 2. Observa-se que nas amostras testemunhas houve maior quantidade de microrganismos do grupo de coliformes fecais: 5 amostras como resultado > 3 NMP/g. Dentro do grupo das amostras que sofreram a irradiação de 1,5 kGy, o resultado das análises apresentou-se com 2 amostras > 3 NMP/g. O tratamento 3,0 kGy não apresentou nenhuma amostra do grupo com o valor > 3 NMP/g .

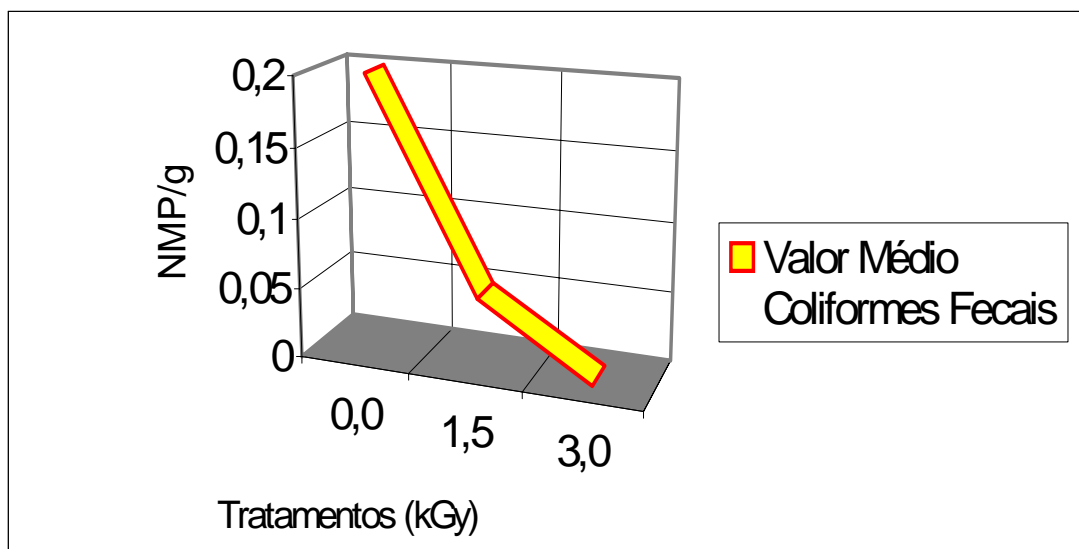
Portanto, está de acordo com a publicação de Gerrits et al, 1973, que enfatiza a utilização de baixas doses de radiação ionizante na diminuição do nível de microrganismos.

**Tabela 2:** Enumeração de coliformes fecais nas amostras de lingüiça de frango frescal.

Coliformes Fecais NMP/g			
Amostra	0 kGy	1,5 kGy	3,0 kGy
1	0,4	< 0,3	< 0,3
2	< 0,3	< 0,3	< 0,3
3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
4	< 0,3	< 0,3	< 0,3
5	< 0,3	< 0,3	< 0,3
6	< 0,3	< 0,3	< 0,3
7	0,4	0,4	< 0,3
8	< 0,3	< 0,3	< 0,3
9	< 0,3	0,4	< 0,3
10	0,9	< 0,3	< 0,3
11	0,9	< 0,3	< 0,3
12	< 0,3	< 0,3	< 0,3
13	< 0,3	< 0,3	< 0,3
14	0,4	< 0,3	< 0,3
15	< 0,3	< 0,3	< 0,3
<b>MÉDIA</b>	0,2	0,05	0
<b>% Redução</b>		73,3 %	100 %

NMP/g: Número Mais Provável por grama da amostra

**Figura 2:** Representação gráfica da população microbiana de coliformes fecais em função do tratamento



NMP/g: Número Mais Provável por grama da amostra

#### 4.3 BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS AERÓBIAS MESÓFILAS

A determinação do número total de aeróbios mesófilos dá uma idéia aproximada do grau geral da contaminação do produto. Pela Tabela 3, observa-se que houve um decréscimo da população microbiana entre o tratamento I e o tratamento II de 49,9%; enquanto que entre o tratamento I e o tratamento III, reduziu-se para 84,0%.

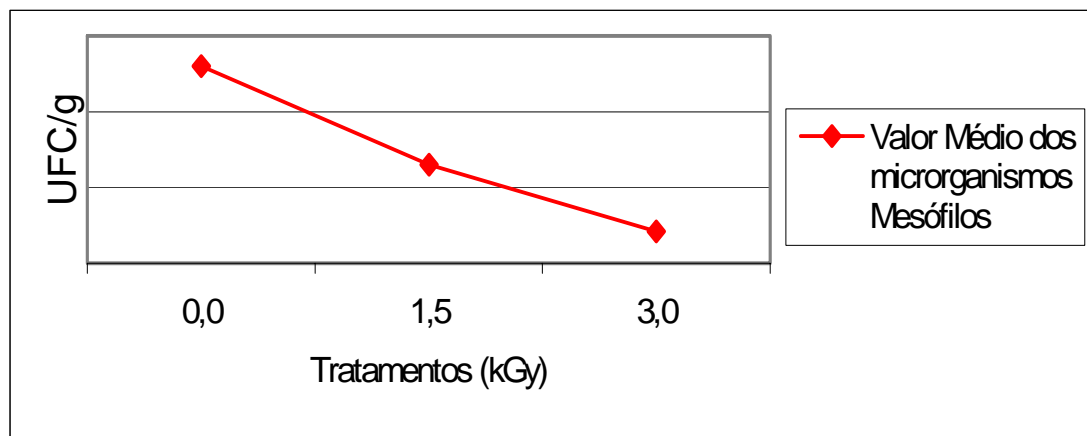
Logo, o decaimento da população microbiana para o tratamento III foi mais expressivo do que o tratamento II, estando de acordo com o boletim da WHO, publicado em 1994, o qual especificou dosagem de 3,0 kGy para redução de bactérias patogênicas em carnes de frango, sem prejuízos das qualidades sensoriais e nutricionais.

**Tabela 3:** Enumeração de bactérias heterotróficas mesófilas nas amostras de Lingüiça de frango frescal.

Mesófilos UFC/g			
Amostra	0 kGy	1,5 kGy	3,0 kGy
1	$5,1 \times 10^3$	$7,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$
2	$6,2 \times 10^3$	$5,5 \times 10^2$	$1,9 \times 10^3$
3	$6,3 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^1$
4	$2,6 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
5	$2,8 \times 10^4$	$2,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$
6	$6,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^1$	$1,2 \times 10^2$
7	$5,0 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$4,5 \times 10^4$
8	$5,3 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$	$8,1 \times 10^3$
9	$2,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^1$
10	$2,2 \times 10^4$	$5,4 \times 10^3$	$5,5 \times 10^2$
11	$1,5 \times 10^3$	$5,4 \times 10^3$	$1,0 \times 10^1$
12	$1,4 \times 10^5$	$9,4 \times 10^4$	$2,9 \times 10^2$
13	$1,2 \times 10^3$	$5,1 \times 10^4$	$4,9 \times 10^3$
14	$1,0 \times 10^5$	$1,9 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$
15	$4,5 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$5,1 \times 10^2$
<b>MÉDIA</b>	$2,5 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$4,1 \times 10^3$
% Redução		49,9 %	84,0 %

UFC/g: Unidade Formadora de Colônia por grama da amostra

**Figura 3:** Representação gráfica da população microbiana de mesófilos em função do tratamento.



UFC/g: Unidade Formadora de Colônia por grama da amostra

#### 4.4 RESULTADOS ESTATÍSTICO

Observa-se nas Tabelas 4, 5 e 6, a análise da estatística descritiva dos tratamentos I, II, e III. Tais resultados demonstram as populações microbianas das 3 análises microbiológicas das amostras-controle (Tabela 4) e o respectivo decréscimo dessas populações, a medida em que os tratamentos 2 (Tabela 5) e 3 (Tabela 6) foram realizados.

**Tabela 4:** Valores da média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação das amostras-controle de cada análise microbiológica

Variável	Amostras	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Coef. de Variação
CT	15	8,5	2	12,69	149,33
CF	15	0,2	0	0,33	163,66
CBM	15	25.974	6.200	41.482,12	159,71

CT: Contagem de coliformes totais, NMP/g

CF: Contagem de coliformes fecais, NMP/g

CBM: Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, UFC/g

**Tabela 5:** Valores da média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação das amostras submetidas a 1,5 kGy de cada análise microbiológica

Variável	Amostras	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Coef. de Variação
CT	15	1,43	0,90	2,46	172,21
CF	15	0,05	0	0,14	263,90
CBM	15	13.000,67	1.000	26.381,73	202,93

CT: Contagem de coliformes totais, NMP/g

CF: Contagem de coliformes fecais, NMP/g

CBM: Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, UFC/g

**Tabela 6:** Valores da média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação das amostras submetidas a 3,0 kGy de cada análise microbiológica

Variável	Amostras	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Coef. de Variação
CT	15	0,40	0	0,91	226,98
CF	15	0	0	0	-
CBM	15	4.153,33	290	11.527,42	277,55

CT: Contagem de coliformes totais, NMP/g

CF: Contagem de coliformes fecais, NMP/g

CBM: Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, UFC/g

Pela Tabela 7, observa-se o efeito estatístico da comparação entre as variáveis Coliformes totais, Coliformes fecais e contagem de mesófilos e os tratamentos I, II e III. Nota-se que foi significativo para os pares dessas variáveis com os valores p abaixo de 0,05.

**Tabela 7:** Teste de Comparação de Medianas entre os tratamentos submetidos a 0; 1,5 e 3,0 kGy – teste de Wilcoxon Mann-Whitney.

Variáveis	p-valor	Resultado ao nível de significância de 0,05
CT	0,0031	Significativo
CF	0,0384	Significativo
CBM	0,0062	Significativo

CT: Contagem de coliformes totais, NMP/g

CF: Contagem de coliformes fecais, NMP/g

CBM: Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, UFC/g

Esses resultados estatísticos constataam a eficácia da irradiação da lingüiça de frango frescal, quando houve o decréscimo de microrganismo com o aumento da dose durante os tratamentos II e III, comprovando o que foi dito por Kolsarici et al., 1995.

Pela Tabela 8, a análise estatística mostra que não foi significativa ( $p > 0,05$ ) a variação da população microbiana entre os tratamentos I e II. Isso indica que a utilização da dose de 1,5 kGy sobre o produto não foi totalmente eficaz, apresentando uma relação entre o número de microrganismos sobreviventes e a quantidade existente nas amostras-testemunha ainda alta. Com esse resultado, comprova-se o trabalho feito por Katta et al., 1991, no qual relatou que dosagem acima de 2,0 kGy é capaz de eliminar a carga microbiana em carcaças de frango.



**Tabela 8:** Teste de Comparação de Medianas entre os Tratamentos submetidos a 0 e 1,5 kGy – teste de Wilcoxon Mann-Whitney.

Variáveis	p-valor	Resultado ao nível de significância de 0,05
CT	0,1005	Não Significativo
CF	0,1775	Não Significativo
CBM	0,1149	Não Significativo

CT: Contagem de coliformes totais, NMP/g

CF: Contagem de coliformes fecais, NMP/g

CBM: Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, UFC/g

As variáveis apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) com os tratamentos I e III, conforme descrito na Tabela 9. Provavelmente, o uso da dose de 3,0 kGy sobre a lingüiça de frango frescal causou uma redução expressiva na população microbiana, fato esse que está de acordo com o FDA, que aprovou uma proposta para irradiação de frangos com uma dose máxima de 3 kGy para o controle de formas patogênicas não esporuladas (WHO, 1984).

**Tabela 9:** Teste de Comparação de Medianas entre os Tratamentos submetidos a 0 e 3,0 kGy - teste de Wilcoxon Mann-Whitney.

Variáveis	p-valor	Resultado ao nível de significância de 0,05
CT	0,0014	Significativo
CF	0,0179	Significativo
CBM	0,0019	Significativo

CT: Contagem de coliformes totais, NMP/g

CF: Contagem de coliformes fecais, NMP/g

CBM: Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, UFC/g

A tabela 10 demonstra, pela análise estatística entre os tratamentos II e III, que a redução microbiana não foi significativa para os coliformes fecais e bactérias mesófilas, mas foi significativa para os coliformes totais.

**Tabela 10:** Teste de Comparação de Medianas entre os Tratamentos submetidos a 1,5 e 3,0 kGy – teste de Wilcoxon Mann-Whitney.

Variáveis	p-valor	Resultado ao nível de significância de 0,05
CT	0,0289	Significativo
CF	0,1641	Não Significativo
CBM	0,1012	Não Significativo

CT: Contagem de coliformes totais, NMP/g

CF: Contagem de coliformes fecais, NMP/g

CBM: Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, UFC/g

## 5. CONCLUSÕES

Da análise dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- A dose de 3,0 kGy usada para irradiar a lingüiça de frango frescal com procedência direta da produção foi capaz de reduzir 84,0 % da população de microrganismos heterotróficos aeróbios mesófilos, 95,3 % das bactérias do grupo Coliformes totais e 100% da população de coliformes fecais.
- Não houve redução significativa ( $p > 0,05$ ) para as bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais e coliformes fecais com a utilização de dose de radiação de 1,5 kGy sobre a lingüiça de frango.
- Foi significativa ( $p < 0,05$ ) a diminuição da população de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, coliformes totais e coliformes, quando a lingüiça foi exposta a dose de 3,0 kGy.
- A Irradiação de Alimentos aplicada com intuito de reduzir a carga bacteriana da Lingüiça de frango frescal mostrou ser um método eficaz e viável.

Sugere-se, de acordo com as conclusões acima e com apoio na literatura consultada:

- Em lingüiça de frango frescal, utiliza-se baixa dose de radiação de 3,0 kGy e que seja embalada a vácuo. Dessa forma, há redução da população microbiana, a sua vida de prateleira aumentará e o produto não apresentará efeitos negativos sobre as propriedades sensoriais e físicas.
- Que as entidades públicas, junto com os empresários, façam campanhas de esclarecimentos aos consumidores brasileiros para que haja aceitação e comercialização dos produtos irradiados. Que o seu uso seja cada vez mais difundido, uma vez que foi mostrado ser um excelente método capaz de contribuir com a segurança alimentar e nutricional por meio da redução da contaminação microbiana, e possibilidade de se reduzir a veiculação de doenças através do consumo da carne.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A NECESSIDADE de preservar nossos alimentos. *Net*. Belo Horizonte, s.d. Seção diversos. Disponível em: < <http://www.nuclear.radiologia.nom.br/diversos/esterili.htm>>. Acesso em 24 mar. 2002.

AHN, D. V.; OLSON, D. G.; JO, C. et al. Volatiles production and lipid oxidation in irradiated cooked sausage as related to packaging and storage. *Journal of food science*, Ames, v. 64, n.2, p. 226-229, 1999.

BIMESTRE em alta. *Avicultura Industrial*, Porto Feliz, ano 91, n.1088, p. 8, abril/01.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório de Referência Animal – LANARA, Portaria n.º 001/81, de 07 de outubro de 1981. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. I – Métodos Microbiológicos. Brasília, DF, 410p., 1981. Anexo 1.

\_\_\_\_\_. Portaria DINAL/MS n.º 9, de 8 de março de 1985. Aprova as Normas Gerais para irradiação de Alimentos. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, p. 4.420 – 4421, 13 mar. de 1985. Seção 1.

\_\_\_\_\_. RDC Anvisa/MS n.º 21, de 26 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 29 de jan. de 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21rdc.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2002.

BRESSAN, M. C.; PEREZ, J. R. O. *Tecnologia de carnes e pescados*. Lavras: Centro de Editoração/FAEPE, 2001. 240 p.

CARVALHO, E. P. de; ABREU, L. R. de. *Princípios e métodos de conservação de alimentos de origem animal*. Lavras: Centro de Editoração/FAEPE, 1999. 100 p.

CHEGOU a vez da carne. *Processamento de carne*, Porto Feliz, v.1075, n. 32, p.6-9, fev./mar. 2000.

DE WIT, J. C.; BROEKHUIZEN, G.; KAMPELMACHER, E. H. Cross contamination during the preservation of frozen chickens in kitchen. *Journal of Hygiene*, Cambridge, v. 83, p. 27-32, 1979.

DICKERSON, C. Y.; RAO, D. R.; THAYER, D. W. Dose response of survival of *Salmonella Typhimurium* in chicken wings to gamma irradiation. *IFT*, Chicago, 1991. Section Document Shop. Disponível em: < <http://www.confex2.com/store/ift> >. Acesso em: 24 mar. 2002.

DICKSON, J. S. Impact of irradiation on the microflora of meat for the production of fermented sausage, effect of radiolytic products on bacteria in a food system and a new method for the enumeration of radiation-resistant, non-spore-forming bacteria. *Journal dissertation abstracts international*, Nebraska, v. 45, n. 204, p. 103, 1985.

DIEHL, J. F. Safety of irradiated foods. 2ª ed. New York: *Marcel Dekker. Inc.*, 1995 345 p.

FERREIRA, S. R. S. *Contribuição da tecnologia de irradiação de alimentos no fornecimento de segurança alimentar e nutricional*. 1999. 188 f. Dissertação (mestrado em nutrição) – Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1999.

FOOD Agriculture Organization / World Health Organization. *Microbiological Specifications for Foods*. Geneva, 1977. 42 p.

FOOD Irradiation. *WHO*, Geneva, 1997. Section Archives. Disponível em: <<http://www.who.int/archives/inf-pr-1997/en/pr97-68.html>>. Acesso em: 24 mar. 2002.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL DE IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS. Hechos sobre irradiación de alimentos: Chile, 2000, 46 p. Tradução de: Facts about food irradiation.

HIROSE, K.; HOYA, J.; SATOMI, K. et al. Study for UV-sterilization of foods. I. Sterilization of sausage surface by high intensity UV-lamp system. *Journal of Japanese society of food science and technology*. Tokyo, v. 29, n.9, p. 518-521, 1982.

ILUSTRE desconhecida. *Revista Avicultura Industrial*, Porto Feliz, mar. 2001.  
Disponível em: < [http://www.aviculturaindustrial.com.br/dinamica.asp?id=280&tipo\\_tabela=cet&categoria=processamento](http://www.aviculturaindustrial.com.br/dinamica.asp?id=280&tipo_tabela=cet&categoria=processamento) >. Acesso em: 24 mar. 2002.

IRRADIATION of Meat and Meat Products. *USDA*, Washigton,1997. Section OPPED.  
Disponível em: < <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/97-076N.htm> >.  
Acesso em: 24 mar. 2002.

JAWETZ, E.; MENICK, J.; ADELBERG, A. E. *Microbiologia médica*. 10<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1974. p. 92-93.

GERRITS, A. R.; GERMS, A. C.; MULDER R. W. A. W. et al. Report n.º 9973. *Spelderholt Institute for Poultry Reseach*. Beelkbergen. 1973.

GROSSKLAUSS, D. *Inspección sanitaria de la carne de ave*. Zaragoza: Acríbia, 1979. 347 p.

KATTA, S. R.; RAO, D. R.; SUNKI, G. R. et al. Effect of gamma irradiation of whole chicken carcasses on bacterial loads and fatty acids. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 56 , n. 2, p. 181, 1986.

KOLSARICI, N.; KIRIMCA, G. Effect of radurization on microbiological, chemical and sensorial propierties of chicken meats. *Gida*, v. 20, n. 2, p. 67-73, 1995.

KORNACKI, J. L.; MARTH, E. H. Foodborne Illness caused by *Escherichia coli* . A review. *Journal of food protection*, v. 45, n. 11, p. 1051-1067, 1982.

LAMUKA, D. O.; CHWAN, C. B.; SUNKI, G. R. et al. Effect of lyophilized thermophilous whey and irradiation on bacteriological quality of machanically deponed chicken meat. *IFT*, Chicago, 1991. Section Document Shop. Disponível em: <<http://www.confex2.com/store/ift>>. Acesso em: 24 mar. 2002.

MANUAL of Food Irradiation Dosimetry. *Tech. Rept. Series No. 178*. IAEA, Vienna, 1977.

Mc CARTHY, J. A.; DAMOUGLOU, A. P.; The effect of substrate on the radiation resistance of yeasts isolated from sausage meat. *Letters in applied microbiology*, Cookstown, v. 22, n. 2, p. 80-84, 1996.

MELLO, L. C. de. Alimentos irradiados, *EPUB*, Campinas, abr./mai./jun. 2000. Seção Nutriweb. Disponível em: < <http://www.epub.org.br/nutriweb/n0202/irradiados.htm> >. Acesso em 24 mar. 2002.

MOSSEL D. A. A. The elimination of enteric bacterial pathogens from food and feed animal origin by gamma irradiation with particular reference to *Salmonella* radication. *Journal of Food Quality*, Westport, CT, v. 1, p. 85, 1977.

MULDER, R. W. A. W.; NOTERMANS, S.; KAMPELMACHER, E. H. Inactivation of salmonella panama and *E. coli* K. 12 present on deep frozen broiler carcasses. *Journal of applied microbiology*, Berlim, v. 3, p. 63-9, 1976.

NAETHER, G.E. *Introdução a estatística – Uma abordagem não paramétrica*. 2ª ed.: Guanabara dois, 1983. 180 p.

NOBERG, A. N. *Resistência da salmonella enteritidis variedade typhymurium e Staphylococcus aureus à irradiação gama*. 1986, 84 f. Dissertação (mestrado em Patologia Clínica) – Instituto de Veterinária – UFRRJ, Itaguaí. 1996.

O ICGFI e o Codex Alimentarius. *CDTN*, Belo Horizonte, s.d. Seção irradiação. Disponível em: <<http://urano.cdtm.br/irradiacao.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2002.

OLIVEIRA, L. A. T.; FRANCO, R. M.; CARVALHO, J. C. A. P. Enterobacteriaceae em especiarias utilizadas na elaboração de embutidos cárneos. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 6, n. 22, p. 27-33, jun. 1992.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. La irradiation de los alimentos. Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos. Ginebra, 1980, 90p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, Higiene e tecnologia da carne*. Goiânia: CEGRAF/eduff, 1995. 2 v.

PELZCAR, M. S.; REID, C. *Microbiologia*. São Paulo: Mc Graw – Hill do Brasil, 1981. 2v.



PENDLENTON, E. W.; SUMMER, S. S.; FRONING, G. W. The use of ultraviolet radiation to reduce Salmonella and psychotrophic bacterial contamination on poultry carcasses. *Poultry Science*, v.73, p.1327-1333, 1994

RIEDEL, G. *Controle Sanitário dos Alimentos*. 2ª ed., São Paulo: ed. Atheneu, 1996. 320 p.

ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. *Tratado de Microbiologia*. São Paulo: Loyola, 1987. 445 p.

SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA N. F. A. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. São Paulo: ed. Varela, 1997. 304 p.

SPOTO, M. H. F.; GALLO, C. R., DOMARCO, R. E. et al. Radiação gama na redução da carga microbiana de filés de frango. *Revista Ciência Tecnologia Alimento*, Campinas, v.9, n. 1, p. 397-400, set/dez. 1999.

TANINGA, S. K.; BEUMER, R. R.; KAMPELMACHER, E. H. Microorganism in foods. *Journal of Hygiene*, Cambridge, v. 80, p. 143, 1978.

THAYER, D. W. & BOYD, G. Elimination of *Escherichia coli* O157:N7 in meats by gamma irradiation. *Applied Environmental Microbiology*. Baltimore, v. 59, n. 4, p. 1030-4, 1993.

URBAIN, W.M. *Food irradiation*. Orlando: Academic press, 1986, 351 p.

VIANA, C. M. *Estudo bacteriológico do Pescado refrigerado submetido à radiação gama*. 1993, 49 f. Tese (concurso professor titular) Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1993.

VIESTEL, M. A. D. *Avaliação bacteriológica de lingüiça de frango comercializado no comércio de Niterói/RJ, e a sensibilidade de microrganismos isolados frente a antibióticos*. 1996, 61 f. Dissertação (mestrado em Higiene, Tecnologia e Processamento de produtos de origem animal) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1993.

WALDER, J.M.M., FOLEGATTI, M.V., WILDNER, M. et al. Pesquisa de opinião sobre irradiação de alimentos e outros materiais. CENA. Piracicaba, nov. 2001. Seção Assessoria. Disponível em: <<http://www.pclq.usp.br/assessoria/resultados.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Safety and nutritional adequacy of irradiated food. Geneva, 1994. 161 p.

WORLD Health Organization Publications 1991 - 2002. *WHO*, Geneva, 1998. Section Publications. Disponível em: < <http://www.who.int/das/cat98/food8.htm> >. Acesso em 24 mar. 2002.