

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO
ARIADNE MENDES DA SILVA

**Qualidade da carne de frango submetida à radiação gama e diferentes
tipos de embalagens**

Alfenas - MG

2012

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO
ARIADNE MENDES DA SILVA

Qualidade da carne de frango submetida à radiação gama e diferentes tipos de embalagens

Dissertação apresentada a Universidade José do Rosário Vellano, como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciência animal para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Prof. *Dr. Kleber Pelicia*

Alfenas - MG
2012

Silva, Ariadne Mendes da
Qualidade da carne de frango submetida à radiação
gama e diferentes tipos de embalagens/.—Ariadne
Mendes da Silva.-- Alfenas, 2012.
28f.

Orientador : Prof. Dr Kleber Pelícia
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)—
Universidade José do Rosário Vellano.
1.Avicultura 2.Armazenamento 3. Conservação
4. Radiação 5. Ionizante I. Título

CDU: 636.5(043)

ARIADNE MENDES DA SILVA

Qualidade da carne de frango submetida à radiação gama e diferentes tipos de embalagens

Aprovada em:

(Banca examinadora)

(Banca examinadora)

Prof. Dr. Kleber Pelícia
(Orientador)

ALFENAS – MG
2012

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus queridos colegas de turma, professores e familiares.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de seguir dia a dia lutando por novas oportunidades de vida.

Ao professor Dr. Kleber Pelícia, pela orientação, apoio e dedicação.

À professora Dr^a. Nelma Mello Silva Oliveira pela colaboração.

À diretora Adriana Maria Ferreira Cardoso pelo apoio e incentivo.

À Empresa Brasileira de Esterilização – CBE, por permitir a utilização de sua planta industrial e apoiar este projeto.

Ao Bretas supermercados pela utilização de embaladores à vácuo.

RESUMO

ARIADNE, M.S. **Qualidade da carne de frango submetida à radiação gama e diferentes tipos de embalagens**. Orientador: PELICIA, K. Alfenas, 2012.

O Brasil utiliza a irradiação em especiarias e condimentos para a comercialização, a carne de frango é particularmente outro produto nacional com enorme potencial para o emprego da irradiação. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi verificar a eficácia dos níveis de radiação gama sobre as características qualitativas da carne de peito de frangos de corte embalados a vácuo e em embalagem convencional. Para o experimento adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso (2x4), duas embalagens (vácuo e convencional) e quatro concentrações de irradiações (0, 2, 4, 8K Gy) perfazendo um total de 8 tratamentos (T1-Embalagem a vácuo + 0Gy, T2- Embalagem a vácuo + 2Gy , T3 - Embalagem a vácuo + 4Gy, T4-Embalagem a vácuo + 8Gy, T5- Embalagem convencional + 0Gy, T6- Embalagem convencional + 2Gy, T7- Embalagem convencional + 4Gy e T8- Embalagem convencional + 8Gy), com cinco repetições em que as amostras foram avaliadas em três tempos de armazenamento(0, 7 e 14 dias), totalizando de 120 amostras. Não se observou efeito significativo ($p > 0,05$) da embalagem e da irradiação na carne de peito de frango sobre a perda por exsudação, pH e capacidade de retenção de água e negativo para *salmonella* e coliformes. Observou-se efeito ($p < 0,05$) para capacidade de absorção aos sete dias após o armazenamento e perda por exsudação aos 14 dias após armazenamento. A irradiação e embalagem a vácuo são efetivas após 14 dias de armazenamento, pois as perdas de exsudação foram as mais equilibradas não tendo excesso e nem a menor perda por exsudação. Diante dos resultados obtidos neste estudo, pode-se indicar a menor quantidade irradiação e embalagem á vácuo para tempos mais prolongados de armazenamento. Os resultados foram analisados por meio de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade, onde, os resultados foram submetidos ao programa estatístico do SAS.

Palavras-chave: avicultura, armazenamento, conservação, radiação ionizante.

ABSTRACT

ARIADNE, MS Quality of chicken meat and subjected to gamma radiation different types of packaging. Advisor: PELICIA, K. Alfnas, 2012.

Brazil uses irradiation in spices and condiments to marketing, particularly chicken meat is another national product with enormous potential for the use of irradiation. In this context, the objective of this research was to verify the effectiveness of the levels of gamma radiation on the qualitative characteristics of breast meat of broilers and vacuum packed in conventional packaging. Adopted for the experiment was a completely randomized design (2x4), two packs (vacuum and conventional) and four concentrations of irradiation (0, 2, 4, 8KGy) for a total of 8 treatments (T1-Vacuum packing + 0Gy , T2-Vacuum packing + 2 Gy, T3-Vacuum packing 4GY +, T4-Vacuum packing + 8GY, T5-Packaging + 0Gy conventional, conventional T6-Pack + 2 Gy, conventional T7-Packaging + 4GY and conventional T8-Packaging 8GY +), with five replications in which the samples were evaluated in three storage times (0, 7 and 14 days), totaling 120 samples. No significant effect ($p > 0.05$) packaging and irradiation on meat chicken breast on drip loss, pH and water holding capacity and negative for salmonella and coliforms was observed. It was observed effect ($p < 0.05$) absorption capacity after seven days storage and drip loss after 14 days storage. The irradiation and vacuum packaging are effective after 14 days of storage, since the loss of exudate were not the most balanced with excess nor the lower drip loss. Results obtained in this study may indicate the least amount irradiation and vacuum packaging for longer storage times. The results were analyzed by means of variance (ANOVA) and Tukey's test at 5% probability, where the results were subjected to statistical program SAS.

Keywords: poultry, storage, preservation, ionizing radiation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	<u>09</u>
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	<u>11</u>
2.1 Qualidade da Carne	11
2.2 Irradiação	12
2.3 Efeitos da radiação gama.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	<u>21</u>
6 CONCLUSÃO.....	<u>26</u>
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	<u>27</u>

1 Introdução

A indústria avícola brasileira é considerada uma das maiores produtoras de carne de frango no mercado mundial, conforme dados apresentados pela UBABEF (União Brasileira de Avicultura), no relatório anual de 2011, onde do volume total de frangos produzido pelo país, 69% foi destinado ao consumo interno, e 31% para exportações. Com isto, o consumo per capita de carne de frango foi equivalente à de 44 quilos.

Os embarques de 3.819 milhões de toneladas em 2010 representaram um aumento significativo de 5,1% em relação a 2009, em novo recorde histórico para a carne de frango, principal produto das exportações avícolas brasileiras (UBABEF). Como pode-se observar através de dados e pesquisas, é crescente a produção, exportação e consumo da carne de frango.

A garantia de manutenção do mercado da carne de frango consiste principalmente no fornecimento de produtos com padrões de qualidade estáveis, visando à satisfação e segurança do consumidor.

A fim de manter-se competitivo e em plena expansão, é necessário aprimorar técnicas de armazenagem e conservação, que propiciem adequados padrões de qualidade, durabilidade e aceitabilidade dessa carne pelo mercado consumidor.

Em carnes de frango, o crescimento de microrganismos e as atividades enzimáticas são os principais fatores limitantes da vida-útil, freqüentemente prolongada com a proteção das embalagens e aplicação de agentes descontaminantes.

A irradiação é um processo eficaz para a redução de microrganismos que ocasionam a deterioração dos alimentos e minimizando assim, os riscos à saúde

da população.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi verificar a eficácia dos níveis de radiação gama sobre as características qualitativas da carne de peito de frangos de corte embalados a vácuo e em embalagem plástica convencional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade da carne de frango

A carne de frango fornece nutrientes necessários em dietas equilibradas. Proteínas, lipídios, vitaminas e minerais encontrados na composição da carne variam de acordo com a raça, idade e condições higiênicas do animal.

A coloração da carne é variável de espécie para espécie e também está relacionada com a atividade física do animal. O componente que confere cor a carne é a mioglobina. Quanto maior o tamanho, atividade muscular do animal, maior o teor de mioglobina e mais escura é a carne. Outros fatores que interferem na coloração da carne são a idade, sexo, alimentação e habitat do animal.

A qualidade da carne é dependente da temperatura do tecido muscular e da velocidade de resfriamento após o abate, sendo que as velocidades das reações bioquímicas são reduzidas em baixas temperaturas (VIEIRA, 1999).

2.1.1 pH

Um músculo vivo possui o valor do pH de 7,2. Ocorrido o abate, a carne continua em processo bioquímico, no qual o condutor energético do músculo é transformado em glicogênio láctico através da ação de várias enzimas.

O pH da carne de frango diminui devido à formação ácida, onde a carne de peito deve apresentar pH final entre 5,7 e 5,9. Passado 24 horas, se o pH estiver superior a 6,2, a carne de frango irá se encontrar com grande retenção de água, o que implica em curto tempo de conservação e o estabelecimento da coloração escura, caracterizando a carne DFD (dark, firm, dry – escura, dura e seca).

Quando o pH se encontre abaixo de 5,8 em menos de 4 horas, teremos a carne PSE (pale, soft, exudative – pálida, mole e exsudativa) caracterizado pela má retenção de água além do aspecto pálido e mole.

2.1.2 Capacidade de retenção de água

É a capacidade que a carne tem de reter água durante o aquecimento, cortes, trituração, prensagem.

A capacidade de retenção de água do tecido muscular tem um efeito direto durante o armazenamento. Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, a perda de umidade e, conseqüentemente, de peso durante seu armazenamento é grande.

2.2 Irradiação

Na irradiação de alimentos utiliza-se principalmente como fonte de radiação gama o isótopo Cobalto-60, obtido pelo bombeamento com nêutrons do metal Cobalto-59 em um reator nuclear. Outros tipos de radiações também podem ser aplicados como os raios X e elétrons acelerados, contudo, o Cobalto-60 é o mais utilizado comercialmente em todo mundo por sua disponibilidade, custo, apresentar-se na forma metálica e ser insolúvel em água, proporcionando com isso maior segurança ambiental (EHLERMANN, 1990).

O processo de conservação de alimentos por irradiação consiste no tratamento destes por meio de um tipo de energia denominada eletromagnética, onde seu principal objetivo é conservar os alimentos e reduzir, ou eliminar, a sua carga microbiana. Com isso, a técnica da irradiação permite melhor conservação das

carnes, principalmente de aves, além de eliminar os microorganismos prejudiciais à saúde.

Ao penetrar nos alimentos, parte da energia da radiação ionizante é absorvida, sendo que a quantidade que passa pela massa do produto exposto é denominada "dose absorvida". A unidade para a dose de irradiação é o Gray (Gy) que corresponde à absorção de 1 Joule de energia/kg de matéria (DIEHL, 1995).

A irradiação com raios gama traz vantagens sobre os outros métodos usados para destruir bactérias nos alimentos, pois tem um alto conteúdo de energia e grande penetração e letalidade devido sua ação em nível celular. Sua penetração é instantânea, uniforme e profunda (FRANCO e LANDGRAF, 1996; HOBBS e ROBERTS, 1998). São ondas de curto comprimento similares à luz ultravioleta (UV) e às microondas, são produzidas por isótopos radioativos como o Cobalto 60 (^{60}Co) e Césio 137 (^{137}Cs) (SPOLAORE et al, 2001).

A legislação Brasileira segue as recomendações internacionais sugeridas pela *Food and Agriculture Organization* (FAO), *International Atomic Energy Agency* (IAEA) e *Codex Alimentarium*, da ONU. Atualmente todas as normas para o emprego desta tecnologia estão descritas na Resolução nº 21 (BRASIL, 2001). Segundo a qual, qualquer alimento pode ser irradiado desde que sejam observados os limites mínimos e máximos da dosagem aplicada, sendo que a dose mínima deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a máxima, inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais ou atributos sensoriais do alimento.

De acordo com Urbain (1978), as aplicações de doses consideradas baixas, ou seja, inferiores a 10kGy, têm como objetivo prolongar a vida de prateleira do produto, reduzindo a população microbiana inicialmente presente no alimento,

sendo úteis para carnes frescas, principalmente de aves.

Para a carne de frango congelada, as doses recomendadas no processo de irradiação são de 3 a 5kGy e 1,5 a 2,5kGy para a carne resfriada, sendo estes tratamentos efetivos para a redução de patógenos como a *Salmonella* (Kampelmacher, 1984; Sarjeant, *et al.* 2003). De acordo com o *Codex Alimentarius* (1999), a dose a ser utilizada deve ser suficiente para prolongar a vida de prateleira ("shelf-life") e eliminar os microrganismos patogênicos, principalmente salmonelas, sendo que o nível preconizado para a carne de frango é de 7kGy, com o propósito de aumentar a vida-útil e promover a descontaminação (Oliveira, 2000).

Nos Estados Unidos, doses mínimas de 1,5kGy e máximas de 3,0kGy são estabelecidas para carnes de frango. No Brasil, a resolução RDC nº 21 de 26/01/2001 aprovou o "Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos", revogando as Portarias nº 09 de 08/03/1985 e nº 30 de 25/09/1989. A nova resolução prevê que qualquer alimento poderá ser tratado por radiação desde que sejam observadas as seguintes condições:

A dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e ou atributos sensoriais do alimento.

O processo de irradiação é influenciado por fatores externos (temperatura, presença ou não de oxigênio e subsequente condição de armazenamento) e por fatores intrínsecos ao alimento (estado físico e densidade, umidade e outras características). Por este motivo, para cada produto a ser irradiado são estabelecidos procedimentos específicos, inclusive diferentes doses de radiação (CENA, 2006; MAHAPATRA, 2005).

2.3 Efeitos da radiação gama

A irradiação de alimentos apresenta muitas vantagens, dentre estas se destaca o fato de que o produto é tratado em sua embalagem final, evitando recontaminação, não há elevação da temperatura durante o tratamento, não apresenta riscos ao consumidor como os agrotóxicos, pesticidas e alguns aditivos, atende às exigências do mercado importador e tem menor custo que a maioria dos outros métodos de conservação de alimentos (MALISKA, 2000).

Segundo Diehl (1995), o processo de irradiação pode impedir a divisão de células vivas (bactérias e organismos superiores) ao alterar suas estruturas moleculares, além de retardar a maturação de algumas frutas e legumes, ao produzir reações bioquímicas nos processos fisiológicos dos tecidos vegetais.

A irradiação de alimentos é uma técnica que viabiliza o controle e a redução de diversos problemas como o extermínio de os insetos, controle de temperatura de armazenamento ideal e em embalagens a vácuo durarão mais e manterão por mais tempo sua textura original, sabor e valor nutritivo se comparadas com aqueles termicamente pasteurizados, esterilizados ou enlatados.

Além disso, é uma alternativa ao uso de formigantes e substâncias químicas que deixam resíduos nos alimentos, ocasionando ao consumidor proteção contra doenças transmitidas por alimentos, principalmente salmonelose e campilobacteriose, por atingir organismos (ovos e larvas de insetos, vermes, etc) dentro dos alimentos;

Estima-se que 25% da produção mundial de alimentos é perdida pela ação de

insetos, bactérias e roedores. Acredita-se que o uso da técnica de radiação seria útil para diminuir este desperdício.

De acordo com o Centro de Energia Nuclear na Agricultura, quando irradiamos os alimentos, estamos submetendo-os a doses minuciosamente controladas de uma radiação particular, a radiação ionizante. A irradiação não causa prejuízos ao alimento no que diz respeito à formação de novos compostos químicos que poderiam transmitir doenças ao ser humano quando da sua ingestão. Porém, como em todo processo de conservação, podem existir perdas de ordem nutricional e organoléptica como a cor, o sabor, a textura e odor (CENA, 2006).

Usar o processo de radiação gama é economicamente viável para grandes ou pequenas quantidades de produtos, é um dos processos mais rápidos de esterilização existentes na atualidade; possui alto poder de penetração, sendo o processo realizado na embalagem final dos produtos; é um processo totalmente automatizado, não há necessidade de manuseio dos produtos; não necessita quarentena ou tratamento pós esterilização (não deixa resíduos); permite imediato uso dos materiais, após o término do processo; facilmente validado; facilmente monitorado, único fator variável é o tempo e é o processo de esterilização existente de menor agressividade ao meio ambiente (EMBRARAD, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

A técnica de irradiação foi realizada na Companhia Brasileira de Esterilização, localizada no Município de Jarinu-SP.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram desenvolvidas no laboratório de análise de alimentos da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), em Alfenas-MG.

3.2 Colheita da amostra e acondicionamento

Foram adquiridos 120 peitos de frango do mesmo lote, sem pele e sem osso, obtidos no comércio de Varginha – MG.

3.3 Delineamento

Para o experimento adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso (2x4), duas embalagens (vácuo e convencional) e quatro concentrações de irradiações (0, 2, 4, 8KGy) perfazendo um total de 8 tratamentos (T1-Embalagem a vácuo + 0Gy, T2- Embalagem a vácuo + 2Gy , T3 -Embalagem a vácuo + 4Gy, T4-Embalagem a vácuo + 8Gy, T5- Embalagem convencional + 0Gy, T6- Embalagem convencional + 2Gy, T7- Embalagem convencional + 4Gy e T8- Embalagem convencional + 8Gy), com cinco repetições em que as amostras foram avaliadas em três tempos de armazenamento(1, 7 e 14 dias), totalizando de 120 amostras.

3.4 Preparo da carne para submissão ao processo de irradiação

Pesaram-se os peitos, cujo peso equivaleu a 100g por amostra. Acondicionou-se individualmente em sacos plásticos de polipropileno, espessura de 0,12mm, sendo 60 amostras embaladas à vácuo e 60 em embalagem convencional (sem vácuo).

As amostras já embaladas foram mantidas em caixas térmicas com gelo seco até o momento da irradiação.

3.5 Processo de irradiação

Os peitos acondicionados nos dois tipos de embalagens(convencional e a vácuo) receberam doses de radiação: 0KGy, 2KGy, 4KGy e 8KGy, sendo posteriormente mantidos em câmara fria a 2°C por períodos de 0,7 e 14 dias.

3.6 Análises

3.6.1 Análise microbiológica

As análises bacteriológicas foram realizadas no Laboratório de Biologia e Fisiologia dos Microrganismos da Universidade José do Rosário Vellano – Unifenas, em Alfenas/MG, segundo as determinações contidas na RDC nº 12 de 02/01/01, e com base nas técnicas descritas pelo Manual de Microbiologia 1995.

Para análise de *Salmonella spp* se adotou 225 mL de caldo lactosado, foram homogeneizados, respectivamente, 25 gramas da amostra. Após a incubação a 35°C por 24horas, 1 mL foi transferido para 9 mL de caldo tetratonato Verde Brilhante e para 9 mL de caldo selenito cistina, e incubados a 42°C. Depois de 24 horas, foram efetuadas sementeiras em placas de Petri contendo ágar S.S.

(*Salmonella-Shigella*) e ágar HE (Hektoen), sendo as colônias típicas suspeitas submetidas à triagem e inoculação em ágar triplice açúcar e ferro, em ágar lisina e ferro, e incubados a 35°C por um período de 24 horas. Posteriormente, com as culturas suspeitas de *Salmonella*, foram realizadas as provas bioquímicas (caldo VM, caldo VP, caldo Indol e Agar Citrato de Simmons) (SILVA, JUNQUEIRA e SILVEIRA, 2007).

Para a determinação de Coliformes totais utilizou-se a técnica de tubos múltiplos pelo número mais provável (NMP). Fez-se a diluição 10^{-1} , homogeneizando-se 25g de file de frango com 225 ml de caldo lactosado e as diluições seriadas (10^{-2} , 10^{-3}), inoculou-se 1 ml de cada diluição, em triplicata. O meio utilizado foi Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e incubou-se a 35°C durante 24 horas. Dos tubos presuntivamente positivos, com turvação e produção de gás nos tubos de Durham, fez-se a confirmação com Caldo Verde Brilhante Bile 2% nas mesmas condições de tempo e temperatura.

Para determinação de coliformes termotolerantes utilizou tubos positivos de Lauril Sulfato Triptose (LST), fez-se as repicagens da cultura, para tubos com Caldo *E. coli* (EC) com séries de três tubos para cada diluição. Encubado a 45°C por 24 horas, percorrido este tempo foi feito as provas bioquímicas: Indol, Vermelho de Metila (VM), Voges-Proskauer (VP) e Citrato.

3.6.2 Determinação de pH

Para as mensurações de pH, o método utilizado foi o utilizado por Bendall (1973), utilizou-se a tamponada de iodoacetato de sódio 5 mM/KCl 150 mM, com

a finalidade de inibir a glicólise. A leitura do pH foi realizada com pHMetro (Sentron, modelo 1001) acoplado a uma sonda (Sentron tipo LanceFET, modelo 1074001) com ponta fina de penetração. O pH nas carnes de peito de frango de corte foi medido com 1,7 e 14 dias após o processo de irradiação.

3.6.3 Capacidade de absorção de água

Foi determinada a partir da pesagem de 30g da carne moída, com a adição de 90mL de água destilada. Pesou-se 35g da pasta obtida e centrifugou-se por 15 minutos a 3000rpm. O sobrenadante foi desprezado, sendo o tubo pesado e a capacidade de absorção foi calculada da seguinte forma:

$\%CAA = \frac{[(PP-PC)-PS]}{PC} * 100$, em que: PP = peso da pasta, PC = peso da carne na pasta e PS = peso do sobrenadante (ROÇA, 1986).

3.6.4 Análise de perda por exsudação (*drip loss*)

A amostra de 100g de carne foi suspensa em rede e colocada em saco plástico inflado, por período de 48 horas, com temperatura de 2°C, e posteriormente calculou-se a porcentagem de perda de água (RASMUSSEN & ANDERSON, 1996).

3.6.5 Capacidade de retenção de água

Foi realizada segundo a metodologia descrita por HAMM (1960), baseada na medição da perda de água liberada quando aplicada uma pressão (10kg 5min-1) sobre o tecido muscular.

3.6.6 Análise estatística

Os resultados foram analisados por meio de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade, onde, os resultados foram submetidos ao programa estatístico do SAS.

4. Resultados

Não foi observado efeito significativo ($p>0,05$) da embalagem e da irradiação na carne de peito de frango no dia do armazenamento sobre a capacidade de absorção de água, pH e capacidade de retenção de água (Tabela 1) e negativo para *salmonella* e coliformes.

Tabela 1- Irradiação gama em carne de peito de frangos de corte, com dois tipos de embalagens (convencional e a vácuo) com um dia de armazenamento sobre os parâmetros de qualidade de carne de peito

Tratamento	Perda por exsudação	Capacidade de absorção de água	pH	Capacidade de retenção de água
Embalagem a vácuo + 0Gy	----	29,32	5,71	83,54
Embalagem a vácuo + 2Gy	----	29,68	5,81	86,55
Embalagem a vácuo + 4Gy	----	29,60	5,61	83,84
Embalagem a vácuo + 8Gy	----	30,67	5,71	85,76
Embalagem convencional + 0Gy	----	30,80	5,71	87,08
Embalagem convencional + 2Gy	----	30,90	5,70	85,14
Embalagem convencional + 4Gy	----	28,20	5,71	84,85
Embalagem convencional + 8Gy	----	29,10	5,81	87,00
Média		29,78	5,71	85,45
CV		4,63	1,31	4,72

Gray (Gy) ou kilogray (kGy): a unidade de medida onde um Gray equivale a um Joule de energia por quilograma de alimento irradiado. Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p<0,05$).

Não se observou efeito significativo ($p>0,05$) da embalagem e da irradiação na carne de peito de frango sete dias após o armazenamento sobre a perda por

exsudação, pH e capacidade de retenção de água (Tabela 2) e negativo para *salmonella* e coliformes. Para a capacidade de absorção de água observou que o Tratamento de embalagem a vácuo sem irradiação absorveu mais água que o Tratamento de embalagem convencional com 8Gy ($p < 0,05$), porém ambos não se diferenciaram dos demais tratamentos.

Tabela 2- Irradiação gama em carne de peito de frangos de corte, com dois tipos de embalagens (convencional e a vácuo) com sete dias após armazenamento sobre os parâmetros de qualidade de carne de peito

Tratamento	Perda por exsudação	Capacidade de absorção de água	pH	Capacidade de retenção de água
Embalagem a vácuo + 0Gy	11,34	31,02a	5,90	95,12
Embalagem a vácuo + 2Gy	11,78	30,26ab	5,87	93,34
Embalagem a vácuo + 4Gy	13,80	28,94b	5,79	99,80
Embalagem a vácuo + 8Gy	12,40	30,58ab	5,94	97,60
Embalagem convencional + 0Gy	16,62	30,74ab	5,89	95,42
Embalagem convencional + 2Gy	13,34	30,72ab	5,88	97,90
Embalagem convencional + 4Gy	15,62	30,28ab	5,84	97,86
Embalagem convencional + 8Gy	11,52	29,92ab	5,80	92,56
Média	13,30	30,31	5,87	95,95
CV	4,88	3,19	1,94	5,48

Gray (Gy) ou quilogray (kGy): a unidade de medida onde um Gray equivale a um Joule de energia por quilograma de alimento irradiado. Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Não se observou efeito significativo ($p > 0,05$) da embalagem e da irradiação na carne de peito de frango 14 dias após o armazenamento sobre a capacidade de absorção de água, pH e capacidade de retenção de água (Tabela 3) e negativo para *salmonella* e coliformes. Porém para a perda por exsudação observou que o Tratamento de embalagem convencional com 4Gy obteve menor perda por exsudação que o Tratamento de embalagem convencional com 8Gy ($P < 0,05$), porém ambos não se diferenciaram dos demais tratamentos.

Tabela 3- Irradiação gama em carne de peito de frangos de corte, com dois tipos de embalagens (convencional e a vácuo) com 14 dias de armazenamento sobre os parâmetros de qualidade de carne de peito

Tratamento	Perda por exsudação	Capacidade de absorção de água	pH	Capacidade de retenção de água
Embalagem a vácuo + 0Gy	14,70ab	30,40	5,79	96,40
Embalagem a vácuo + 2Gy	13,02ab	29,48	5,74	95,26
Embalagem a vácuo + 4Gy	13,06ab	29,38	5,70	99,86
Embalagem a vácuo + 8Gy	12,01ab	30,00	5,71	95,88
Embalagem convencional + 0Gy	17,54b	30,88	5,70	97,54
Embalagem convencional + 2Gy	14,42ab	31,06	5,89	95,30
Embalagem convencional + 4Gy	15,42b	30,58	5,76	97,92
Embalagem convencional + 8Gy	9,08a	29,70	5,87	93,80
Média	13,68	30,19	5,77	96,51
CV	3,20	4,48	2,84	3,69

Gray (Gy) ou quilogray (kGy): a unidade de medida onde um Gray equivale a um Joule de energia por quilograma de alimento irradiado. Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

5. Discussão

As perdas de exsudado foram influenciadas após 14 dias de armazenamento em que a embalagem convencional com maior irradiação apresentou menor perda por exsudação que pode ser justificado pela menor capacidade de retenção numérica para este tratamento principalmente após duas semanas de armazenamento em embalagem não a vácuo. A redução da capacidade de retenção água pode ser devido a danos à integridade estrutural da membrana da fibra muscular (Lakritz *et al.*, 1987; Yoon, 2003) e também a desnaturação das fibras musculares pela maior irradiação (Lynch *et al.*, 1991) de 8Gy do presente experimento.

No presente experimento não observou efeito para capacidade de retenção de água (CRA), porém Zhu *et al.*(2004) ao avaliar lombo suíno observaram que irradiação reduz a capacidade de retenção de água. A redução da capacidade de

retenção água pode ser devido a danos à integridade estrutural da membrana da fibra muscular (Lakritz *et al.*, 1987; Yoon, 2003) e também a desnaturação das fibras musculares pela irradiação (Lynch *et al.*, 1991). Ao avaliar doses de até 3kGy, Leonel (2008) não observou efeitos da radiação sobre a CRA, enquanto que o tempo favoreceu a redução da capacidade de retenção até quatro meses de armazenamento, tornando a elevar-se aos seis meses.

Ao avaliar a capacidade de absorção de água aos sete dias após armazenamento verificou-se influencia da irradiação, a qual foi determinada menor capacidade de absorção no tratamento submetido à irradiação e com embalagem convencional tratamento o qual apresentou menor pH numericamente (Tabela 2).

Os valores de pH não foram alterados pela irradiação. Estes resultados mostraram que os músculos já apresentavam resolução do *rigor mortis*, visto que pH não diferiu dentre os tratamentos empregados. O pH é resultado da quebra de glicogênio e ácido lático durante a glicólise pós-morte resultando assim, no acúmulo de ácido lático, como produto final no músculo (Lawrie,1991). Leonel (2004,2008) avaliando frangos e Costa (2006) avaliando perus armazenados sob congelamento, também não observaram efeito da irradiação sobre o pH. No entanto observa-se que o período de armazenamento influenciou o pH ao longo do tempo de armazenamento. Costa (2006) verificou aumento dos valores de pH ao longo de 18 meses de armazenamento em carnes de perus, mas Leonel (2008) não observou efeito do tempo em carne de frangos armazenado por seis meses.

Entende-se que no presente experimento foi negativo para as análises microbiológicas devido à isenção nas amostras. Porém estudos realizados por

Spoto *et al.* (1999) verificaram que a dose de 4kGy foi suficiente para manter os filés de peito de frango dentro dos limites microbiológicos aceitáveis, estabelecidos pelos órgãos responsáveis pela fiscalização. No entanto, em outro trabalho, quando os filés de peito foram moídos, a melhor dose de irradiação foi a de 6kGy (Spoto *et al.*,2000). Tratamentos com doses baixas em carne de frango podem ser utilizados com eficiência no controle de patógenos. Para a carne de frango congelada, as doses recomendadas no processo de irradiação são de 3 a 5kGy e 1,5 a 2,5 kGy para a carne resfriada, sendo estes tratamentos efetivos para a redução de patógenos como a *Salmonella* (Kampelmacher,1984; Sarjeant, *et al.* 2003).

A radurização é a aplicação de doses ionizantes que não alteram o produto, mas reduzem sensivelmente sua carga microbiana, usando doses baixas de 0,5 a 1kGy (Jay, 1994; Franco & Landgraf, 2005).

A sobrevivência de microrganismos ao processamento com radiação ionizante depende de alguns fatores, que incluem a natureza e extensão do dano direto produzido ao DNA. Além disso, a sobrevivência das células depende da sua capacidade em resistir à radiação ionizante e sofrer reparo. Também depende de condições ambientais extracelulares, tais como o pH, a temperatura, a presença ou ausência de oxigênio e a composição química do alimento. A radiação ionizante danifica o DNA em nível celular, debilitando, assim, processos bioquímicos (Diehl, 1995; Monk *et al.*, 1995;Rosa, 2004).

É possível observa que a irradiação e embalagem a vácuo são efetivas após 14 dias de armazenamento, pois as perdas de exsudação foram as mais equilibradas não tendo excesso e nem a menor perda por exsudação.

6 Conclusão

Diante dos resultados obtidos neste estudo, pode-se indicar a menor quantidade de irradiação e embalagem á vácuo para tempos mais prolongados de armazenamento.

7 Referências Bibliográficas

ALVAREZ, I. et al. Inactivation of Salmonella Sorovars in Liquid Whole Egg by Heat following Irradiation Treatments. **Journal of Food Protection**. New York, v.69,p.2066-2077,set/2006.

BRASIL. Resolução RDC n.21, de 26 de jan. 2001. **Diário Oficial da União**, Poder executivo,Brasília, 29 de jan. 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos.

CARVALHO, A. C. F. B.; CORTEZ, A. L. L. Salmonella spp. em Carcaças, Carne Mecanicamente Separada, Lingüiças e Cortes Comerciais de Frango. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1465-1468, Nov/dez.2005.

CENA. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Desenvolvido pela USP.

CENA/PCLQ, 2002-2006.

Apresenta textos sobre a divulgação da tecnologia de irradiação de alimentos e outros materiais. Disponível em <<http://www.cena.usp.br/irradiacao/index.asp>>. Acesso em 20 ago. 2011.

CNEA. Comisión Nacional de Energía Atómica. Estudio da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro. Disponível em <<http://caebis.cnea.gov.ar/aplicaciones/alim/Irra1.html#Definicion>>. Acesso em 07 set. 2011.

EMBRARAD. Empresa Brasileira de Radiações. Divulgação da Tecnologia de Irradiação de Alimentos e Outros Materiais. Disponível em: <<http://embrarad.com.br/radiacao.asp>>. Acesso em 22 ago. 2011.

FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. Facts About Food Irradiation. 1999. Disponível em <<http://www.iaea.org/icgfi/documents/foodirradiation.pdf>>. Acesso em 27 set. 2011.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 1996.p. 134-139.

HOBBS, B. C.; ROBERTS, D. **Toxinfecções e Controle Higiênico-Sanitário de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.

LEITÃO, M. F. F. Qualidade e Segurança Alimentar em Produtos Avícolas. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. 2001. Campinas. **Anais Conferência Apinco**, Campinas, 2001.v.1,p.181-190.

LUCA, G. C. Energia Ionizante: Qualidade e Segurança para Alimentos. In: I SIMPÓSIO SOBRE QUALIDADE DA CARNE, 1, 2003. **Anais**. Jaboticabal, 2003.

MAHAPATRA, A. K.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; JULSON, J. L. Applications of Ozone, Bacteriocins and Irradiation in Food Processing: a Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. Bhubaneswar, v.6, n.45, p.447-461, Dez/2005.

MIYAGUSKU, L. et al. Avaliação Microbiológica e Sensorial da Vida-Útil de Cortes de Peito de Frango Irradiados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.23, p 7-16, dez.2003. Suplemento16.

ORNELLAS, C. B. D. et al. Atitude do Consumidor Frente à Irradiação de Alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26,n.1,p.211-213,jul/set.2006.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia: Editora da UFG, 2001, 623p.

RAJKOWSKI, K. T.; NIEBUHR, S. E.; DICKSON, J. Effect of Gama or Beta Radiation on Salmonella DT 104 in Ground Pork. **Journal of Food Protection**. v.69, n.6, p:1430-1433, jun.2006.

ROBERTSON, C. B.; ANDREWS, L. S.; MARSHALL, D. L. et al. Effect of X-Ray Irradiation on Reducing the Risk of Listeriosis in Ready-to-Eat Vacuum-Packaged Smoked Mullet. **Journal of Food Protection**. v .69, n.7, p.1561-1564, jul.2006.

SANTOS, A. F.; VIZEU, D. M.; DESTRO, M. T. et al. Determinação da Dose de Radiação Gama para Reduzir a População de *Salmonella spp* em Carne de Frango. **Cienc. Technol. Aliment**. Campinas, v.23, n.2, p. 200-205, maio/ago.2003.