

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA**

ANDREA CRISTINA PENATI FERREIRA

**Feijão pré-cozido irradiado com raios gama do Cobalto-60:
uma alternativa de consumo**

Piracicaba

2010

ANDRÉA CRISTINA PENATI FERREIRA

Feijão pré-cozido irradiado com raios gama do Cobalto-60:
uma alternativa de consumo

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na
Agricultura, Universidade de São Paulo, para
obtenção do Título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Energia Nuclear na
Agricultura e no Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Valter Arthur

Piracicaba

2010

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Ferreira, Andréa Cristina Penati

Feijão pré-cozido irradiado com raios gama do Cobalto-60: uma alternativa de consumo / Andréa Cristina Penati Ferreira; orientador Valter Arthur. - - Piracicaba, 2010.

62 p.: fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Alimento pré-cozido 2. Análise microbiológica 3. Análise sensorial
4. Armazenamento a vácuo 5. Digestibilidade 6. Irradiação de alimentos I. Título

CDU 635.652:664.8.039.5

Dedico este trabalho:

**Ao Flavio, por ser uma pessoa
que sempre demonstrou muito compreensão,
carinho, paciência e companheirismo,
durante toda a minha caminhada.**

**As minhas queridas filhas, Gabriela e Isadora,
pelo amor, paciência e por todos os momentos juntas.**

AGRADECIMENTOS

A Deus por pela vida que tenho.

Ao Departamento de Radiobiologia e Ambiente do Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

Ao meu orientador, Professor Valter Arthur, pela paciência, amizade e constante apoio em todos os momentos e, pelos sábios conselhos.

A Profa. Dra. Solange Guidolin Canniatti Brazaca, pelos ensinamentos.

As técnicas Lucia Cristina e Débora Mansi pela ajuda nas análises.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado e reserva técnica.

A Embrarad pela irradiação das amostras.

A todos que participaram da análise sensorial.

Aos amigos de pós-graduação, pelos momentos de convívio.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

Obrigada.

**Para ser ouvido, fale.
Para ser compreendido,
exponha claramente as suas idéias sem jamais
abrir mão daquelas que julga fundamentais
apenas para que os outros o aceitem.**

**Acima de tudo,
busque o prazer antes do sucesso,
a auto-realização antes do dinheiro,
fazer bem feito antes de pensar em obter
qualquer recompensa.**

**Nenhum reconhecimento externo vai substituir
a alegria de poder ser você mesmo:
"status" é comprar coisas que você não quer
com o dinheiro que você não tem a fim de
mostrar para gente que você não gosta uma
pessoa que você não é.**

**Nada tem graça se não for bom para o seu corpo,
leve para o seu espírito e
agradável para o seu coração.**

**Para conseguir,
tente sem pensar que o êxito virá logo da primeira vez.
Cuide de ter saúde, energia,
paciência e determinação para continuar
tentando quantas vezes forem necessárias.**

**Mas ao perceber que já fez tudo o
que pôde ou até mesmo um pouco além,
mude de alvo para não se tornar
em vez de um vitorioso,
apenas mais um teimoso.**

MARIO QUINTANA

RESUMO

FERREIRA, A. C. P. **Feijão pré-cozido irradiado com raios gama do Cobalto-60**: uma alternativa de consumo. 2010. 62 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa com alto valor nutricional devido principalmente, ao seu conteúdo protéico e mineral. Uma diminuição no consumo de feijão tem sido observada devido a hábitos alimentares modernos, adquiridos em função de fatores como distância entre casa e trabalho, aumento do trabalho feminino fora do lar, competitividade no mercado de trabalho que acelera o ritmo das atividades, avançando nos horários das refeições, além do tempo de cozimento do feijão que é fator preponderante para aceitação do produto tanto para a dona de casa como pela indústria alimentícia. O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos físico-químicos e sensoriais do grão de feijão pré-cozido e irradiado com doses de 1kGy, 2kGy e 3kGy, e controle (sem irradiação). Foi realizada a determinação da composição centesimal e mineral, taninos, ácido fítico, digestibilidade da proteína, análise sensorial e microbiológica para os microrganismos mesófilos, coliformes termotolerantes e totais, Estafilococos e Salmonella. A cocção não alterou a composição centesimal obtendo os seguintes teores em base seca: proteína 7,54%; lipídeos 1,29%; fibra alimentar 10,75%, carboidrato 15,56%. Em relação a composição mineral obteve os seguintes valores para sódio 34,5%; cálcio 186,60%; magnésio 160,50%; manganês 0,90%; potássio 122,16%; ferro 4,20%; zinco 2,25% e selênio 0,30%. Houve diminuição no teor de tanino com o aumento da dose de radiação com exceção da dose 3 kGy, obtendo valores de: 0,61mg catequina/g (controle); 0,50mg catequina/g (1 kGy); 0,43mg catequina/g (2 kGy) e 0,54mg catequina/g (3 kGy). Os teores de ácido fítico não diminuíram com o aumento da dose de radiação apresentando valores de: 7,98mg/g (controle); 8,73mg/g (1 kGy); 5,95mg/g (2 kGy) e 6,67mg/g (3 kGy). O feijão apresentou excelente digestibilidade, sendo que a dose de 2 kGy apresentou a melhor porcentagem (91,72%). Através da análise sensorial realizada no feijão pré-cozido observou que o produto final apresentou uma maior tendência a aceitabilidade do que a não aceitabilidade. Em relação às análises microbiológicas o processo de radiação foi determinante para a diminuição da contagem microbiana.

Palavras-chave: Feijão pré-cozido. Digestibilidade. Análise sensorial. Análise microbiológica.

ABSTRACT

FERREIRA, A. C. P. **Precooked beans irradiated with gamma rays of Cobalt-60: an alternative for consumption.** 2010. 62 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a leguminosae with high nutritional value due especially to its mineral and proteinic content. A decrease in consumption of beans has been observed due to modern eating habits related to factors such as distance between home and work, increase in the number of female workers outside home, labor market competition which accelerates the pace of activities and reduce meal times, besides the cooking time of the beans, which is an important factor for the acceptance of the product both to the person who is cooking and to the food industry. The aim of this paper was to study the physiochemical and sensorial aspects of the grains of beans pre-cooked and irradiated with doses of 1kGy, 2kGy and 3kGy, and control (without irradiation). It was conducted the determination of the centesimal and mineral composition, tannin, phytic acid, digestibility of the protein, sensorial and microbiological analysis for the mesophile microorganisms, thermotolerant and total coliforms, staphylococcus and salmonella. The pre-cooked beans presented the following centesimal composition in a dry-basis: protein 7,54%; lipids 1,29%; fiber 10,75%, carbohydrate 15,56%. Regarding the mineral composition, the following values were obtained: sodium 34,50%; calcium 186,60%; magnesium 160,50%; manganese 0,90%; potassium 122,16%; iron 4,20%; zinc 2,25% e selênio 0,30%. There was a decrease on tannin content with the increase of radiation dose except for the dose 3 kGy, showing values of: 0,61mg catechin/g (control); 0,50mg catechin/g (1 kGy); 0,43mg catechin/g (2 kGy) and 0,54mg catechin/g (3 kGy). The phytic acid contents did not drop with the increase of radiation, showing values of: 7,98mg/g (control); 8,73mg/g (1 kGy); 5,95mg/g (2 kGy) and 6,67mg/g (3 kGy). The beans presented excellent digestibility, with the 2 kGy dose showing the best percentage (91,72%). It was observed through the sensorial analysis carried out in the precooked beans that the final product showed more inclination to acceptability than to a non-acceptability. Regarding the microbiological analysis, the radiation process was determinant for the decrease on the microbial count.

Keywords: Precooked beans. Digestibility. Sensorial analysis. Microbiological analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Consumo per capita de feijão no Brasil nos anos de 1972 a 2008.....	19
Figura 2 Símbolo Radura	26
Figura 3 Fluxograma de preparo do feijão pré-cozido sem tratamento de radiação	30
Figura 4 Fluxograma de preparo do feijão pré-cozido irradiado a 1; 2 e 3 kGy	31
Figura 5 Feijão pré-cozido controle	33
Figura 6 Feijão pré-cozido irradiado a 1kGy	33
Figura 7 Feijão pré-cozido irradiado a 2 kGy	34
Figura 8 Feijão pré-cozido irradiado a 3kGy	34
Figura 9 Questionário em forma de escala hedônica	37
Figura 10 Apresentação das amostras servidas na análise sensorial	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição centesimal (g/100g) ¹ das amostras de feijão pré-cozido	39
Tabela 2 -	Composição mineral (mg/100g) ¹ na amostra de feijão cozido	41
Tabela 3 -	Digestibilidade da proteína <i>in vitro</i> ¹ em porcentagem, do feijão pré-cozido controle e irradiado nas doses de radiação 1, 2 e 3 kGy	42
Tabela 4 -	Teores de tanino (mg de catequina equivalente/ g de amostra) e ácido fítico (mg de ácido fítico /g de amostra) do feijão pré-cozido controle e irradiado nas doses de radiação 1, 2 e 3 kGy	44
Tabela 5 -	Valores médios das notas dos provadores para os atributos: aroma, textura, cor e aceitação para o feijão cozido em escala hedônica de 0 a 9	46
Tabela 6 -	Análise Microbiológica do feijão pré-cozido que não sofreu o processo de radiação, na temperatura ambiente após 1 dia de armazenamento	47
Tabela 7 -	Análise Microbiológica do feijão pré-cozido que não sofreu o processo de radiação, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento	48
Tabela 8 -	Análise Microbiológica do feijão pré-cozido irradiado a 1 kGy, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento	48
Tabela 9 -	Análise Microbiológica do feijão pré-cozido irradiado a 2 kGy, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento	49
Tabela 10 -	Análise Microbiológica do feijão pré-cozido irradiado a 3 kGy, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento	49
Tabela 11 -	Padrões microbiológicos sanitários para alimentos comercialmente estéreis destinados ao consumo humano, estabelecidos pela Resolução RDC n° 12 de 02/jan/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para Alimentos Prontos para Consumo (ANVISA, 2002)	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1 Transição nutricional.....	16
3.2 O feijão.....	17
3.3 Consumo de feijão.....	18
3.4 Processamento.....	20
3.5 Composição nutricional do feijão.....	20
3.6 Antinutricionais.....	22
3.7 Irradiação de alimentos.....	23
3.8 Sensibilidade dos nutrientes a irradiação.....	25
3.9 Acondicionamento.....	25
3.10 Análise sensorial.....	26
3.11 Análise Microbiológica em Alimentos Prontos para Consumo.....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1 Matéria-vegetal.....	29
4.2 Cocção em autoclave.....	32
4.3 Desidratação.....	32
4.4 Embalagem.....	32
4.5 Vácuo.....	32
4.6 Irradiação.....	32
4.7 Composição centesimal.....	35
4.8 Fatores antinutricionais.....	35
4.8.1 Taninos.....	35
4.8.2 Ácido fítico.....	35
4.9 Minerais.....	35
4.10 Digestibilidade “in vitro”.....	36
4.11 Análise microbiológicas.....	36
4.13 Análise sensorial.....	36
4.13 Análise estatísticas.....	38

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS	52
ANEXOS.....	61

1. INTRODUÇÃO

Devido às transformações ocorridas nos últimos tempos decorrentes da industrialização, dos processos de urbanização e a globalização, os hábitos alimentares dos brasileiros se alteraram e, conseqüentemente o consumo de alimentos. O hábito do povo brasileiro de ingerir arroz e feijão torna o valor biológico da proteína da dieta próximo ao das proteínas de origem animal, entretanto, o consumo de feijão, por pessoa, no Brasil tem diminuído com o passar dos tempos (LAJOLO et al., 1996).

Em pesquisa realizada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) mostra que o consumo do feijão tem caído nos últimos anos. Da década de 1970 para cá, a redução no consumo foi vertiginosa: quase 50%, segundo dados da Conab. Alguns especialistas acreditam que essa alteração no cardápio é um dos motivos para o aumento dos casos de obesidade no país. Um dos fatores para a queda no consumo foi o desenvolvimento econômico, quanto maior a renda, menor o consumo de feijão (CONAB, 2010).

De acordo com a Embrapa (2002), ultimamente a demanda por produtos de melhor qualidade, associada às mudanças de hábito alimentar, têm mostrado tendência para o aumento do consumo de feijão industrializado.

O cozimento é fundamental no preparo do feijão para consumo de mesa, assegurando a inativação de elementos antinutricionais e proporcionando a caracterização das propriedades sensoriais de sabor e textura exigidos pelo consumidor. Aliado a isso, o tempo de cozimento do feijão é fator preponderante para aceitação do produto tanto para a dona de casa como pela indústria alimentícia (SHIGA et al., 1999).

De acordo com Sartori (1996), a importância do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) prende-se principalmente às suas propriedades como alimento protéico de origem vegetal para grande parte da população mundial, sendo seu consumo difundido especialmente na América Latina, onde o suprimento das necessidades protéicas não é coberto pelas proteínas de alto valor biológico. Deve-se levar em consideração ainda, que os feijões constituem recursos alimentares menos onerosos para a economia nacional que qualquer outra fonte protéica.

O tratamento por irradiação é utilizado como método de preservação dos alimentos e como coadjuvante dos processos industriais; tem como objetivo reduzir as perdas devidas à decomposição e inibir a proliferação de microrganismos, muitas vezes patogênicos, causadores de enfermidades transmitidas pelo alimento. Pelo emprego de doses de radiações ionizantes é possível, por exemplo: inibir o brotamento de batatas e cebolas; aumentar a vida útil de alimentos, reduzir a carga microbiana e eliminar microrganismos, esterilizar

ingredientes alimentícios, entre outros. A irradiação de alimentos é uma prática que vem se tornando cada vez mais comum, com diversas unidades irradiadoras espalhadas pelo mundo, inclusive no Brasil (SARTORI, 1996).

No feijão, a irradiação pode reduzir perdas, mantendo a qualidade nutricional do grão armazenado, além de prolongar sua vida útil e melhorar a qualidade tecnológica no processamento (CENA, 2010).

Brigide (2002), estudando a disponibilidade de ferro em grão de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado, observou que o processo de irradiação com dose de 6kGy mostrou redução dos fatores antinutricionais em relação ao feijão cozido, sendo o mais efetivo para a disponibilidade do ferro, com conseqüente melhora no valor nutritivo, além de conferir conservação prolongada do grão.

De acordo com Pinn (1992), utilizando feijão cozido (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade carioca irradiado nas doses de 2; 4; 6; 8; 10; 15 e 20 kGy, verificou diminuição no teor de taninos com o aumento da irradiação; o teor de taninos apresentou 0,47% mEq catequina e com a dose de radiação 20kGy o teor apresentado foi de 0,29% mEq catequina.

O presente trabalho tem como objetivo principal, elaborar feijão (grão íntegros) pré-cozido irradiado, com raios gama do Cobalto-60, destinado ao consumo humano, de fácil preparo, visando atender as exigências atuais de consumo.

2 OBJETIVOS

Através da utilização de processos tecnológicos de cocção e irradiação, o presente trabalho tem por objetivos gerais:

- Elaborar uma forma alternativa de produto visando aumento no consumo;
- Atender às exigências modernas dos consumidores que objetivam rapidez no tempo de preparo e qualidade do feijão.

E objetivos específicos:

- Determinar as características sensoriais do feijão pré-cozido após ser submetido a cocção (autoclave) e irradiação com raios gama do Co-60;
- Determinar a composição centesimal e mineral do feijão pré-cozido;
- Determinar os fatores antinutricionais taninos e ácido fítico do feijão pré-cozido;
- Realizar análises microbiológicas para assegurar a qualidade do feijão pré-cozido;
- Analisar se com a irradiação do feijão pré-cozido (produto final) aumenta o período de conservação (“shelf life”);
- Determinar as características do feijão pré-cozido e do produto armazenado.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Transição nutricional

O mundo passou por uma série de transformações, entre as quais os processos de industrialização, urbanização, e mais recentemente a globalização. A partir do aumento da renda e à medida que as populações se tornam cada vez mais urbanas, as sociedades entram em diferentes estágios, que têm sido chamados de transição nutricional (MARCHIONI; ZACCARELLI, 2002).

Ao migrar para os centros urbanos, os antigos hábitos dos indivíduos foram transformados ou substituídos. Os novos moradores das cidades, que até então podiam produzir grande parte dos alimentos que consumiam, passaram a adquiri-los no comércio local. A dieta básica dos brasileiros, resultado da mistura de hábitos indígenas, africanos e europeus, e restrita pela capacidade natural que as diversas regiões tinham em produzir diferentes alimentos, passa a sofrer interferência do padrão urbano de consumo (MARTINS, 1998).

A dieta dos brasileiros se alterou consideravelmente o consumo de cereais diminuiu, enquanto o de alimentos mais ricos em nutrientes aumentou sensivelmente. As despesas com alimentação fora do lar mais que dobraram, passando a representar 25% do total de despesas com alimentação, o que reforça a importância da utilização do tempo nas mudanças ocorridas (MARTINS, 1998).

No caso do arroz e do feijão, ambos importantes na dieta alimentar dos brasileiros, percebe-se uma redução tanto da quantidade *per capita* consumida. Segundo Maluf (2002), são nestes os produtos onde se verifica o menor diferencial de consumo entre os estratos de renda, pois eles estão presentes à mesa de todos os estratos sociais. A pequena redução havida no consumo *per capita* deve-se a motivos próprios a cada um dos produtos, notadamente, a substituição do arroz por outras fontes de calorias (principalmente as massas) e a inadequabilidade da forma tradicional de aquisição do feijão (para preparo no domicílio) às condições urbanas de vida e à crescente participação das mulheres no mercado de trabalho.

3.2 O feijão

O feijão é cultivado em cerca de 107 países em todo o mundo, incluindo um grande número de gêneros e espécies (YOKOYAMA; STONE, 2000).

Na América Latina, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é a leguminosa mais consumida sendo considerada boa fonte de carboidratos e proteínas. Por conter teor elevado de proteínas em suas sementes e composição aminoacídica complementar às proteínas de cereais, essa leguminosa contribui para a melhoria do valor protéico das dietas de grande número de pessoas, particularmente naqueles países em que o consumo de proteína animal é limitado por razões econômicas, por falta ou por imposição religiosa e cultural ou onde dietas predominantemente compostas por leguminosas e cereais constituem a base da alimentação diária. (ANTUNES; SGARBIERI, 1980; COELHO, 1991; BOBBIO; BOBBIO, 2001;).

O gênero *Phaseolus* compreende aproximadamente 55 espécies, das quais apenas cinco, são cultivadas: o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.); o feijão de lima (*P. lunatus*); o feijão Ayocote (*P. coccineus*); o feijão tepari (*P. acutifolius*); e o *P. polyanthus*. Destas 5, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é o mais difundido e consumido em todo o mundo (YOKOYAMA; STONE, 2000). A maioria dos historiadores atribui à disseminação dos feijões no mundo em decorrência das guerras, uma vez que esse alimento fazia parte essencial da dieta dos guerreiros em marcha. Os grandes exploradores ajudaram a difundir o uso e o cultivo de feijão para as mais remotas regiões do planeta (EMBRAPA, 2002).

O feijão tem uma ampla adaptação climática o que permite seu cultivo, durante todo o ano, em quase todos os estados da federação, possibilitando constante oferta do produto no mercado. Outra característica desta leguminosa é possibilitar a sua produção em diversos ecossistemas tropicais e temperados, em monocultivo e/ou consorciado nos mais variados arranjos de plantas inter e intra-específicos, o que favorece a diversificação na produção, mas limita uma maior integração na sua cadeia produtiva. Considerando a diversidade de solo e clima do país, a adaptação do feijoeiro a diversas condições destes, é possível explorar a cultura em três épocas diferentes, no mesmo ano (EMBRAPA, 2002). A 1ª (primeira) também conhecida como safra das “águas” ocorre entre agosto e dezembro e concentra-se nos estados da região Sul; a 2ª (segunda) safra, ou da “seca” abrange todos os estados brasileiros e ocorre entre janeiro e abril; a 3ª (terceira) safra ou de “inverno”, concentrada nas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e no estado da Bahia, é realizada de maio até julho ou agosto, dependendo do estado. Dessa forma, durante todo o ano, em alguma região do país sempre haverá

produção de feijão, o que contribui para a melhoria do abastecimento interno (YOKOYAMA; STONE, 2000).

As duas primeiras safras são responsáveis por 90% da produção nacional que provém de 2,9 milhões de hectares de lavouras de pequenos e médios produtores que utilizam, na sua maioria, mão-de-obra familiar com baixo nível tecnológico, o que reflete como consequência uma baixa produtividade média de 776 kg/ha, considerada baixa. A safra de inverno, de aproximadamente 156.000 hectares, garante os 10% restantes da produção e tem como origem lavouras com alto nível tecnológico, onde a irrigação é essencial para alcançar produtividades médias de 1.584 kg/ha, sendo possível, em lavouras administradas na forma de empresas agrícolas, alcançarem rendimentos acima de 3.000 kg/ha. Desta maneira ficam bem caracterizadas três safras, de produção de feijão, cujos ciclos de desenvolvimento devem coincidir com o maior número de fatores de ambiente que propiciem o máximo rendimento (EMBRAPA, 2002).

Segundo o 1º levantamento da safra de grãos 2009/2010, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) 2010, a produção nacional na 1ª safra 2009/2010 está estimada em 1,42 milhão de toneladas a 1,46 milhão de toneladas, representando um crescimento entre 5,5% e 8,5%. Para o feijão da 2ª e da 3ª safra, em função do calendário de plantio e da metodologia aplicada nas estimativas, foram repetidas as áreas da safra anterior e aplicando rendimento médio dos últimos cinco anos, Considerando as três safras, estima-se que a área total de feijão seja de 4,1 milhões de hectares a 4,2 milhões de hectares, 1,5% menor que a safra passada. A produção nacional de feijão deverá atingir 3.645,3 milhões de toneladas, 4,4% maior em relação à última safra.

3.3 Consumo de feijão

O feijão é um alimento básico para o brasileiro. A média atual de consumo de feijão é de 12,7 kg brasileiro/ano. A preferência do consumidor é regionalizada e diferenciada principalmente quanto à cor e ao tipo de grão. O feijoeiro comum é cultivado ao longo do ano, na maioria dos estados brasileiros, proporcionando constante oferta do produto no mercado. É cultivado tanto em culturas de subsistência quanto em cultivos altamente tecnificados. A Região Sul ocupa lugar de destaque no cenário nacional, seguida pelas Regiões Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte, respectivamente (EMBRAPA, 2007).

Hoffmann (1995) analisou o consumo de feijão no Brasil ao longo das décadas de 70 e 80 e constatou que houve uma diminuição em seu consumo de 12 a 15%. Parte dessa variação

pode ser explicada pelo processo de urbanização, uma vez que o consumo de feijão dos indivíduos residentes nas áreas urbanas equivale a 70% do consumo médio do feijão dos residentes nas zonas rurais. E, de 1970 a 1991, o grau de urbanização da população brasileira passou de 55,9% para 75,5% o que, segundo o autor, somente esta estatística seria capaz de justificar um decréscimo de 7% no consumo médio de feijão.

De uma forma simplificada, pode-se dizer que o consumo médio *per capita* de feijão na década de 1960 foi de 23 kg/habitante/ano, enquanto nas décadas de 1970, 1980 e 1990 foi, respectivamente de 20, 16 e 17 kg/habitante/ano. Por outro lado, enquanto no período de 1974 a 1975, o consumo metropolitano *per capita* foi de 16,5 kg/ ano, o consumo rural foi quase o dobro, 32 kg/ ano (EMBRAPA, 2007).

É importante destacar o tempo de cocção necessário para o feijão estar pronto para ser consumido, além do gasto com gás para o preparo, como possíveis causas para a redução em seu consumo; não se esquecendo da necessidade de separação dos grãos mofados, carunchados e outras impurezas e sujidades.

O gráfico apresentado na Figura 1 mostra o consumo per capita do feijão no Brasil no período de 1972 a 2008.

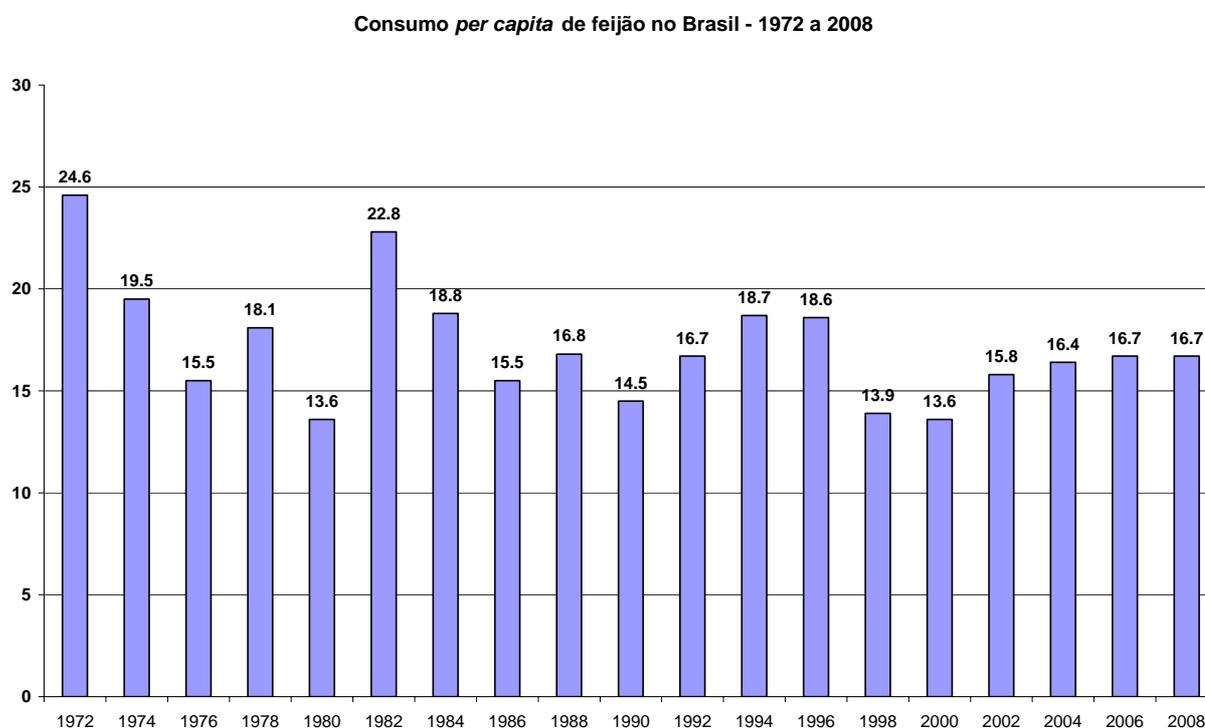


Figura 1 - Consumo per capita de feijão no Brasil nos anos de 1972 a 2008

Fonte: Conab (2008)

A redução no consumo do feijão poderia estar associada ao melhor acesso da população a produtos de origem animal, principalmente a carne bovina. Como forma de complementação da dieta, essa leguminosa poderia estar sendo substituída por outras fontes protéicas. Esse fato ressalta a importância do feijão como alimento, já que com o maior consumo de proteínas de origem vegetal verificou-se também aumento no número de doenças degenerativas. Vários estudos têm comprovado os efeitos benéficos do feijão como parte da dieta, reforçando ainda mais a importância dessa leguminosa, que se mostra como uma alternativa em casos de hipertensão, obesidade entre outros (CONAB, 2008).

3.4 Processamento

A procura e a aceitação de qualquer produto dependem diretamente da sua qualidade. Daí a importância de se empregar no processamento, além de uma matéria-prima de boa qualidade, técnicas que permitam a máxima preservação das características que o produto possuía quando no estado fresco (EVANGELISTA, 1992).

O grau de alteração dos alimentos está condicionado a inúmeras causas, que podem estar ligadas à sua composição, à presença de enzimas e de microrganismos e a outros fatores, capazes de desencadear, neutralizar ou refrear o processo de deterioração (EVANGELISTA, 1992).

Embora muitos fatores possam exercer influência sobre a conservação dos grãos, o teor de umidade é o elemento que governa a qualidade do produto armazenado. Para se obter um armazenamento eficiente, deve-se ter em vista que o principal fator é o teor de umidade; grãos com alto teor de umidade constituem um meio ideal para o desenvolvimento de microrganismos, insetos e ácaros. Em produtos com elevado teor de umidade, a água proporciona mobilidade para as substâncias que reagem em solução, ocorrendo, então, reações de escurecimento enzimático. Em produtos com baixo teor de umidade, a água residual se encontra adsorvida na matéria seca, impossibilitando a reação entre componentes na fase líquida, conservando assim, a qualidade do alimento (PUZZI, 1986).

3.5 Composição nutricional do feijão

O feijão apresenta componentes e características que tornam seu consumo vantajoso, do ponto de vista nutricional. Entre eles o conteúdo protéico relativamente alto, o teor elevado de lisina que exerce efeito complementar às proteínas dos cereais, a fibra alimentar, com seus

reconhecidos efeitos hipocolesterolêmico e hipoglicêmico, o alto conteúdo de carboidratos complexos e a presença de vitaminas do complexo B (LAJOLO et al., 1996).

As leguminosas representam talvez o papel mais importante na alimentação universal, são de suma importância na alimentação do nosso país, oferecendo proteínas de limitado valor biológico (ORNELLAS, 1995).

Com relação à proteína, os grãos de feijão representam uma importante fonte protéica na dieta humana dos países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais, particularmente nas Américas e no leste e sul da África. A maioria dos cultivares de feijão utilizadas no Brasil apresenta de 20 a 25% de proteína. A proteína do feijão é rica em aminoácido essencial como a lisina, porém pobre nos aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, essenciais ao homem. Os cereais, por sua vez, enquanto pobres em lisina, são ricos em aminoácidos sulfurados, o que torna a tradicional dieta brasileira, arroz com feijão, complementar em termos de aminoácidos essenciais (YOKOYAMA; STONE, 2000).

A composição centesimal do feijão varia de acordo com o local de plantio, fatores ambientais e com o cultivar. Em média, a umidade varia de 9,25 a 14,00 %, o conteúdo de proteínas situa-se entre 18,00 e 25,90 %, carboidratos 59,00 e 67,83 %, cinzas 3,80 e 4,96 %, extrato etéreo 0,70 e 1,70 %, fibras 1,6 % e energia 349Kcal/100g (BERRIOS et al., 1999; ELPO et al., 1998; MALDONADO; SAMMÁN, 2000; SAMMÁN et al., 1999; YÁNEZ et al., 1989).

De acordo com a Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF/USP, 2009) o feijão carioca cozido por 45 minutos contém a seguinte composição centesimal: cerca de 60,55 g/100g de umidade, 4,77 g/100g de proteínas, 0,53 g/100g de extrato etéreo, 0,59 g/100g de cinzas, 5,60 g/100g de fibra alimentar total e 16,91g/100g de carboidratos.

O feijão é fonte relativamente boa de vitaminas hidrossolúveis, especialmente tiamina, riboflavina, niacina e folacina. Uma porção de 170g de feijão cozido (65% de umidade) fornece 10 a 12% das necessidades diárias de piridoxina, 25% das de tiamina, 30% das de ácido fólico e 10% das de niacina e riboflavina (SATHE et al., 1984)

Lopez-Hernandez et al. (1993) detectaram, em média, 0,18mg/100g de β -caroteno em feijão (peso fresco).

Em relação aos minerais, o feijão é rico principalmente em potássio (cerca de 1%), fósforo (cerca de 0,4%), ferro (cerca de 0,007%), cálcio, cobre, zinco e magnésio entre outros, e pobre em sódio, o que acarreta em vantagens nutricionais (SATHE et al., 1984). O feijão do

cultivar Carioca apresenta um conteúdo de 360mg de potássio, 56 mg de cálcio, 27 mg de zinco, 16,5mg de ferro e 0,7mg de cobre por 100g (b.s.) (PINN, 1992).

De acordo com Sathe et al. (1984), uma porção de 170g de feijão cozido equivale a 10% das necessidades diárias de cálcio e zinco, 20% das de potássio e cobre; 20 a 25% das de fósforo, magnésio e manganês e 29 e 55% das de ferro para homens e mulheres, respectivamente.

O feijão apresenta um conteúdo de 0,8 a 13,76 mg/100g de ferro, 2,5 a 4,0 mg/100g de zinco, 0,98 mg/100g de cobre; 295 a 542 mg/100g de fósforo (MALDONADO; SAMMÁN, 2000; SAMMÁN et al., 1999).

Uma porção de 170g de feijão cozido (65% de umidade) equivale a 10% das necessidades diárias de cálcio e zinco, 20% das de potássio e cobre; 20 a 25% das de fósforo, magnésio e manganês e 29 e 55% das de ferro para homens e mulheres, respectivamente (SATHE et al., 1984).

Em estudo realizado por Gonzalez (2007) sobre a biodisponibilidade de cálcio, magnésio, cobre e zinco, observou que as variedades cariocas, brancas e pretas, revelaram as mais nutritivas principalmente quanto as teores de cálcio, concluindo que estes minerais presentes nos feijões pode compensar uma dieta pobre em cálcio, umas vez que a deficiência de cálcio na estrutura óssea leve a uma osteoporose precoce.

3.6 Antinutricionais

Assim como outras leguminosas, o feijão apresenta um conjunto de componentes que podem ser considerados causadores de prejuízos nutricionais, tanto por afetarem diretamente a utilização de certos nutrientes como pela sensação de mal estar gerada no organismo, inibindo seu consumo. Dentre outros, destacam-se: inibidores de proteases que prejudicam a ação das enzimas tripsina e quimotripsina; inibidores de α -amilase que prejudicam a ação da amilase pancreática levando a prejuízos na digestibilidade do amido da dieta; oligossacarídeo, relacionados com a produção de flatulência em homens e animais. No entanto, para Tavano (2002) este conjunto de fatores são inativados pelo aquecimento.

Embora os fatores antinutricionais devam ser cogitados, o feijão é considerado fonte de minerais (BRAGA, 1997). Entretanto, a biodisponibilidade de minerais, especialmente cálcio, magnésio e ferro, é afetada pela presença do ácido fítico, cuja quantidade é determinada por vários fatores ambientais tais como condições climáticas, localização, irrigação, fertilização, tipo de solo entre outros (CHITRA et al., 1995; CHITRA et al., 1996).

De acordo Sathe (2002) e Dominguez et al. (2002) os fatores antinutricionais mais comum no feijão são principalmente taninos que são compostos fenólicos e ácido fítico, que é a principal forma de armazenamento de fósforo. A ação antinutricional de taninos e fitatos está baseada na capacidade de formar complexos insolúveis com minerais, proteínas e amidos biologicamente indisponíveis para seres humanos em condições fisiológicas normais (MARTINEZ-VALVERDE et al., 2000).

Pinn (1992) relata que o conteúdo de fenólicos totais encontrados no cultivar Carioca é de 2,6 mg/g, expressos em equivalentes de catequina.

Guzmán-Maldonado et al. (2000) encontraram 21,3 a 31,4 eq catequina/kg de taninos e 7,3 a 10,8 g/Kg de ácido fítico. Enquanto que, em seu estudo sobre o efeito da recocção na disponibilidade do ferro e no valor nutritivo da proteína do feijão negro, Amaya et al. (1991) encontraram uma concentração de taninos de 43,32 mg de catequina/100g, em feijão cozido sem o caldo.

3.7 Irradiação de alimentos

O tratamento por irradiação é utilizado como um método de preservação dos alimentos, tanto *in natura* quanto como coadjuvante dos processados industriais (VILLAVICENCIO, 1998). O método de conservação tem como objetivo reduzir as perdas devidas à decomposição e inibir a proliferação de microrganismos, muitas vezes patogênicos, transmissores de enfermidades provenientes do alimento (KÄFERSTEIN, 1993; LOAHARANU, 1994).

A tecnologia de irradiação de alimentos consiste em submeter os alimentos, já embalados ou a granel, a uma quantidade minuciosamente controlada de radiação ionizante, por um tempo pré-fixado e com objetivos bem determinados. O processo não aumenta o nível de radioatividade normal dos alimentos e as radiações ionizantes poderão ser utilizadas nos alimentos em geral, com energia inferior ao limiar das reações nucleares. No caso de radiações gama, que apresentam um elevado poder de penetração nos tecidos, não existe aumento significativo de temperatura durante o processamento (DIEHL, 1992; RELA, 2000).

No Brasil, o Decreto no. 72.718 de 29 de agosto de 1973 estabeleceu normas gerais sobre irradiação de alimentos e hoje tem-se a resolução RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001 que estabeleceu que a dose mínima é aquela suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a dose máxima a ser empregada é aquela inferior a dose que compromete as propriedades funcionais e ou os atributos sensoriais do alimento (ANVISA, 2005). Verifica-se que desde a

década de 70 o Brasil dava as primeiras diretrizes sobre a produção, transporte, comercialização, importação, exportação e exposição de alimentos irradiados.

Segundo Delincée (1996) baixas doses de radiações ionizantes (abaixo de 1 kGy) são capazes de inibir o brotamento de batatas e cebolas; já doses entre 1 e 10 kGy, aumentam a vida útil de alimentos, reduzindo a carga microbiana e eliminando microrganismos em condimentos, carne de aves e pescado e doses entre 10 e 100kGy esterilizam aditivos e ingredientes alimentícios.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) conforme a resolução 05/1980 propõe normas de irradiação de alimentos, posteriormente regulamentadas pela portaria número 10 da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos do Ministério da Saúde (DINAL/MS) de 8 de março de 1985. Para o feijão, a dose média recomendada no controle de infestação por insetos durante o armazenamento é de 1,0 kGy, já para especiarias desidratadas, a dose média é de 10 kGy (BRASIL, 1985).

O desenvolvimento da irradiação de alimentos é promovido pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, Viena, Áustria), pela Organização Mundial da Saúde (OMS, Genebra, Suíça), e pela Organização de Alimentos e Agricultura (FAO, Roma, Itália), sendo que o Grupo Consultivo Internacional de Irradiação de Alimentos (ICGFI, Viena, Áustria) foi seu órgão para congregar estas três organizações, representando mais de quarenta países que se interessam por esse assunto, entre estes o Brasil (KÄFERSTEIN; MOY, 1993).

Durante os anos 80 e 90 houve uma verdadeira explosão de regulamentações pelo mundo, no sentido de aprovar a utilização da irradiação de alimentos para consumo humano, especialmente após a sua recomendação pela FAO (Food and Agriculture Organization) e IAEA (International Atomic Energy Agency) órgão da OMS/ONU (Organização Mundial da Saúde da Organização das Nações Unidas) e hoje é uma prática que vem se tornando cada vez mais comum, com diversas unidades irradiadoras espalhadas pelo mundo, inclusive no Brasil (PÓ et al., 2002).

É importante destacar que a qualidade da matéria-prima deve ser assegurada antes da utilização de qualquer tecnologia, pois, não se pode obter um produto final de alta qualidade a partir de matéria-prima inferior ou mesmo razoável (EMBRARAD, 2002).

A irradiação de alimentos é um excelente método de conservação, bem como um coadjuvante para reforçar a ação de outros processos aplicados com a mesma finalidade. A irradiação satisfaz plenamente os objetivos de proporcionar aos alimentos estabilidade nutritiva, condições de sanidade e de longo período de armazenamento (EMBRARAD, 2002).

3.8 Sensibilidade dos nutrientes à irradiação

Pesquisas demonstram que os macronutrientes tais como as proteínas, os carboidratos e as gorduras são relativamente estáveis às doses de até 10 kGy, e que os micronutrientes, principalmente as vitaminas, podem ser sensíveis a qualquer método de tratamento de alimentos. A sensibilidade de diferentes tipos de vitaminas ao método de irradiação e a outros métodos de tratamento de alimentos é variada. Vitaminas C e B₁ (tiamina) são mais sensíveis à irradiação, vitaminas lipossolúveis são parcialmente destruídas e os tocoferóis são particularmente mais sensíveis nas doses de pasteurização. Em geral, o processo de irradiação nas doses permitidas acarreta poucas alterações químicas nos alimentos. A qualidade nutricional do alimento não é mais afetada do que quando o alimento é tratado por outros métodos convencionais de conservação (VILLAVICENCIO, 1998).

De acordo com Centro de Energia Nuclear na Agricultura (2010) o processo de irradiação acarreta mínimas alterações químicas nos alimentos, nenhuma das alterações conhecidas são nocivas ou perigosas, motivo pelo qual a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a aplicação e o uso da irradiação de alimentos.

3.9 Acondicionamento

Numa irradiação, onde não houver uma correta embalagem do produto, haverá uma reincidência de infestação e o processo se tornará inútil. O material utilizado não deve interagir com os aditivos e/ou com produto embalado ou mesmo ser permeável. A resistência à radiação de vários materiais deve ser testada, porém atualmente com doses limites de até 10kGy para papel e papelão e 60kGy para material polimérico é permitida pelo Food and Drug Administration (FDA) para embalagem a serem irradiadas (DIEHL, 1995). A embalagem tem um papel importante na proteção, estabilidade e armazenamento dos produtos, além de funcionar como ferramenta de marketing atraindo o consumidor na hora da compra. A embalagem deve proteger o que vende e vender o que protege.

Na seleção da embalagem deve-se considerar o tipo de produto, sua composição e suas propriedades físicas. Segundo Cánovas-Barbosa e Veja-Mercado (2000) a seleção de um material de embalagem ou recipiente se baseia nos seguintes fatores: deterioração mecânica (prevenindo dos impactos ou choques durante a manipulação e transporte, além de compressões durante o armazenamento), características de permeabilidade (a perda de umidade provoca perda de peso, e, conseqüentemente perda na qualidade do produto),

alterações de temperatura, transmissão de luz, proteção contra contaminações microbiológicas, entre outros. A embalagem deve ser considerada como parte integral do processamento de alimentos.

As aplicações do vácuo são muitas (STEMPNIAK, 2002). A embalagem a vácuo consiste em envolver o produto em um filme de baixa permeabilidade ao oxigênio, com remoção do ar da embalagem e aplicação de uma selagem hermética (SMITH et al., 1990).

O emprego de embalagens a vácuo é recomendado para aumentar a vida útil dos produtos, uma vez temos a ausência de oxigênio o que proporciona uma diminuição na velocidade de oxidação (OETTERER et al., 2006).

De acordo com a Empresa Brasileira de Radiação (EMBRARAD, 2010) os alimentos que foram tratados por irradiação devem estar corretamente embalados e etiquetados para indicar que, a este produto, foi aplicado este processo. Devem ser utilizados os termos “irradiado” ou “tratado por radiação ionizante”, assim como estar presente o símbolo internacional para alimento irradiados conforme Figura 2.



Figura 2 – Símbolo Radura

3.10 Análise Sensorial

Para que um produto obtenha grande aceitação no mercado consumidor, não basta que apresente apenas composição balanceada de proteínas, carboidratos, gorduras, sais minerais, entre outros nutrientes. É necessário também que o consumidor não o rejeite por causa de algum atributo sensorial como sabor, gosto, aroma ou textura. É necessário conciliar o aspecto de composição físico, químico e sensorial, sendo neste último, apenas a análise sensorial e seus métodos capazes de “medir” esse comportamento do consumidor. Desse modo, além de procedimentos físico, químicos e microbiológicos rotineiros, é imprescindível o emprego de

avaliações sensoriais para se certificar da aceitação ou da preferência de determinado produto (DE PENNA, 1999).

Os testes afetivos, ou de resposta subjetiva, são usados para avaliar a preferência ou aceitação de produtos. É realizado com pessoas sem treinamento nas técnicas de avaliação sensorial, já que o que se espera são respostas que resultem de reação espontânea ao se degustar ou avaliar os alimentos (DE PENNA, 1999).

Portugal (1989) verificou, em seu estudo sobre a avaliação sensorial e inativação da lipoxigenase em feijão, que o sabor do feijão tratado com calor úmido é o que mais se assemelha ao sabor do feijão usualmente consumido, além de ser o mais indicado para inativação da lipoxigenase no feijão, pois foi o que obteve melhor aceitação sensorial. Logo, este tratamento deve ser preferido para inativar enzimas no feijão ou como pré-tratamento para produção industrial de feijão pré-cozido.

3.11 Análise Microbiológica em Alimentos Prontos para Consumo

O cozimento inadequado, a manipulação ou armazenamento impróprio, assim como, as condições sanitárias deficientes durante o preparo dos alimentos podem causar de um simples desconforto intestinal a doenças graves devido à presença de microrganismos patogênicos (PELCZAR et al., 1997).

A presença de coliformes nos alimentos é de grande importância para a indicação de contaminação durante o processo de fabricação ou mesmo pós-processamento. Segundo Franco e Landrag (1996), os microrganismos indicadores são grupos ou espécies que, quando presentes em alimentos, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação fecal, além de poder indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento.

A presença de coliformes totais indica condições higiênicas sanitárias, com provável contaminação pós-processamento, deficiência nos processos de limpeza, sanificação e tratamento térmico e, multiplicação durante o processamento ou estocagem (SILVA JUNIOR, 2001).

De acordo com Reinbold (1983) e Carvalho (1999) a contagem de aeróbios mesófilos funciona como um indicador de qualidade de alimentos, a maioria das bactérias patogênicas é mesófila, assim analisar um alimento e encontrar um elevado número de bactérias deste grupo é sinal que podem existir bactérias patogênicas no produto.

A presença de mesófilos em grande número indica matéria-prima excessivamente contaminada, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições inapropriadas de tempo e temperatura durante a produção ou conservação dos alimentos (SIQUEIRA, 1995).

De acordo com Silva Junior (2001) e Franco e Landgraf (1996), as bactérias do gênero *Salmonella* são amplamente distribuídas na natureza, porém são preferencialmente localizadas no trato intestinal de animais e seres humanos. A transmissão dá-se com maior frequência por produtos alimentares. Como o calor é eficiente na destruição desta bactéria, alimentos submetidos a altas temperaturas não costumam oferecer este risco.

O *Staphylococcus* é um microrganismo mesófilo de grande importância em saúde pública, em particular na área de vigilância sanitária de alimentos. Pode estar presente em seres humanos, sendo a pele, membranas da mucosa, trato respiratório superior e intestinal seu principal reservatório. Podem também estar presente no ar, poeira e nas mais variadas superfícies e equipamentos (GERMANO; GERMANO, 2003).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade de São Paulo campus Piracicaba, no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) e, no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (LAN/ESALQ/USP).

4.1 Material Vegetal

Foi utilizada para a realização desta pesquisa feijão *Phaseolus vulgaris* L., da variedade Carioca procedente de uma mesma colheita Lote 122 da marca Broto Legal Alimentos e, submetidos ao processamento por cocção e irradiação.

A pesquisa foi conduzida mediante delineamento experimental inteiramente ao acaso, composto por 03 tratamentos, a saber: cocção por autoclave e irradiação em três doses (0, 1, 2, 3 kGy). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A etapa do processamento para obtenção do feijão pré-cozido segue de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 3 para feijão não irradiado e Figura 4 para feijão irradiado a 1; 2 e 3kGy.

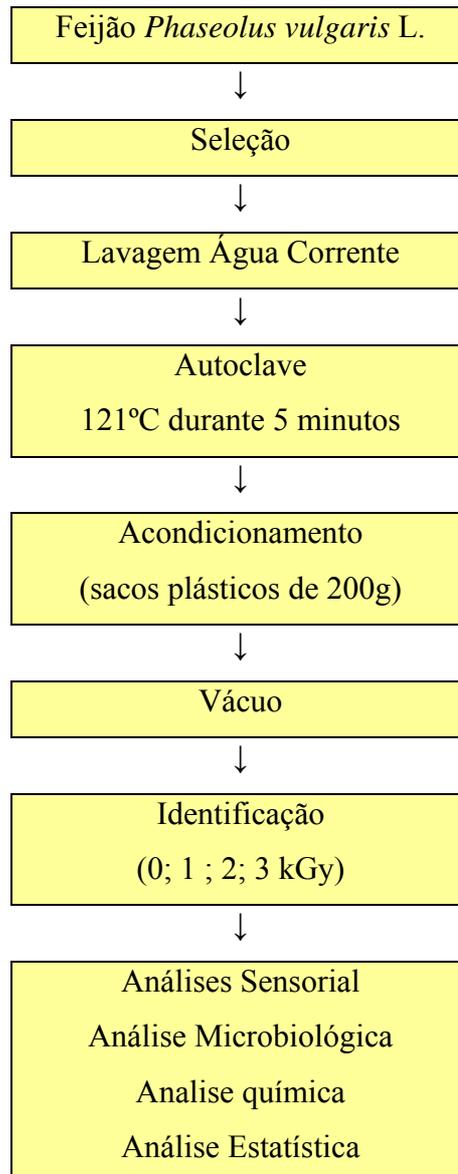


Figura 3 - Fluxograma de preparo do feijão pré-cozido sem tratamento de irradiação

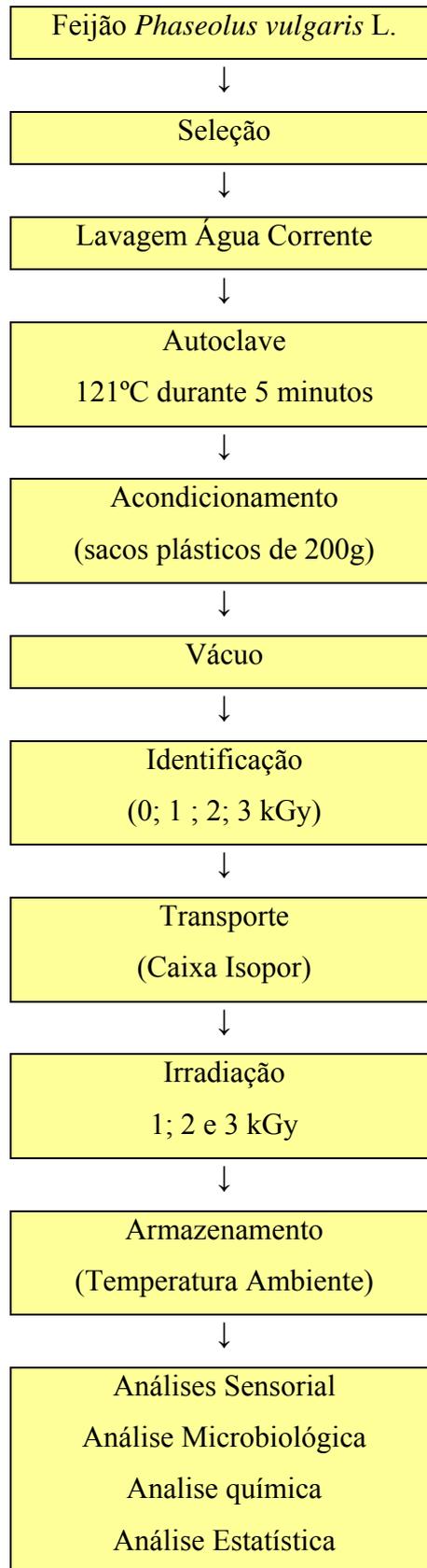


Figura 4 - Fluxograma de preparo do feijão pré-cozido irradiado a 1; 2 e 3 kGy

4.2 Cocção em autoclave

Foi realizada em autoclave por 5 minutos a temperatura de 121°C, metade do tempo sugerido pela metodologia de Molina et al.(1975).

4.3 Desidratação

A secagem do grão foi efetuada em bandejas de alumínio e secas em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 50-55°C até peso constante em estufa (aproximadamente 48 horas).

4.4 Embalagem

Com o auxílio de concha e utensílios previamente flambados, o feijão foi armazenado em embalagem estéreis em porções de aproximadamente 200g cada.

Os manipuladores mantiveram rigoroso asseio individual, antes do início das atividades lavaram as mãos com sabão líquido sanificante e durante a confecção do produto utilizaram jaleco de cor clara, luvas, touca no cabelo e máscaras. Não foi utilizado adorno nas mãos e pulsos, perfumes e/ou desodorantes para que não comprometessem o alimento.

A embalagem utilizada foi de polietileno flexível, com capacidade de 500g, com espessura de 200 µm, gramatura de 85g/m e transparência (comprimento de onda - 800(nm)) 85%.

4.5 Vácuo

Foi realizado em seladora a vácuo Fastvac modelo F 500, tampa de acrílico com ciclo de 15 a 30 segundos e vácuo final 99,5% a -725mm Hg.

4.6 Irradiação

A irradiação foi realizada no irradiador de grande porte e ⁶⁰Co modelo JS 7500 marca Nordion da Empresa Brasileira de Radiações (EMBRARAD), na cidade de Cotia, São Paulo (registrada na Comissão Nacional de Energia Nuclear sob número 103.345/75) com taxa de dose média de 2,5 kGy/h. As doses empregadas foram 1kGy, 2kGy e 3kGy e controle, sendo

que, após a irradiação as amostras serão armazenadas em temperatura ambiente por 06 meses.
Ver Figura 5.



Figura 5 - Feijão pré-cozido controle



Figura 6 - Feijão pré-cozido irradiado a 1kGy



Figura 7 - Feijão pré-cozido irradiado a 2 kGy



Figura 8 - Feijão pré-cozido irradiado a 3kGy

4.7 Composição centesimal

As análises de proteína bruta, extrato etéreo e cinza foi realizadas e, os resultados expressos na matéria seca de acordo com a metodologia indicada pela Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 1995). Os carboidratos digeríveis serão obtidos por diferença.

Para a obtenção da fibra dietética, foi utilizado o método proposto por Asp et al. (1983), que emprega as enzimas α -amilase para promover a hidrólise do amido e pepsina seguida de pancreatina para a degradação da proteína.

4.8 Fatores antinutricionais

4.8.1 Taninos

O tanino foi analisado segundo a metodologia descrita por Price et al. (1980), através da extração com metanol, com posterior reação colorimétrica com solução de vanilina e leitura a 500nm, em espectrofotômetro, obtendo-se assim, a concentração de taninos a partir da construção de uma curva padrão de catequina, onde os resultados foi expressos em % mg Equivalente de catequina.

4.8.2 Ácido fítico

O teor de ácido fítico nas amostras foi determinado segundo o método de Grynspan e Cheryan (1989). As amostras foram digeridas em solução de HCl 0,65N e eluídas através de resina. Ao eluído será adicionado o reativo de Wande e será efetuada a leitura a 500nm, em espectrofotômetro, obtendo-se assim, o teor de ácido fítico a partir da construção de uma curva padrão de ácido fítico, onde os resultados serão expressos em mg de ácido fítico / g de amostra.

4.9 Minerais

Os minerais foram determinados pelo método descrito por Sarruge e Haag (1974), onde o ácido nítrico foi utilizado para digestão nitro-perclórica das amostras a 50°C por 10 a 15 min, a 100°C até digerir todo o material e atingir a temperatura de 150°C. Após

resfriamento e diluição do material com água desmineralizada, foi efetuada a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica.

4.10 Digestibilidade “*in vitro*”

Para a análise da digestibilidade “*in vitro*”, no produto, foram empregados os procedimentos descritos pelo método da AOAC (1995).

4.11 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas nas amostras recém irradiadas e aos 3 meses, de acordo com as normas descritas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1991) e por Lancette e Tatini (1992), seguindo os padrões microbiológicos sanitários para alimentos comercialmente estéreis destinados ao consumo humano, estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 02/jan/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para Alimentos Prontos para Consumo (ANVISA, 2002).

Foi realizada a contagem do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, cujo resultado esperado deve ser até 1×10^3 a 45°C . Para a detecção da presença/ausência de *Salmonella* foi utilizado o teste rápido OXOID *Salmonella* RAPID TEST (UNIPATH LTDA., 1999), cujo resultado esperado deve ser ausência de *Salmonella* em 25g. Para contagem de *Staphylococcus aureus* foi utilizado o método de contagem direta em placas, cujo resultado esperado deve ser até 1×10^2 . Para contagem total de mesófilos será realizado o método de plaqueamento em profundidade, cujo resultado esperado deve ser até 1×10^3 UFC/g.

4.12 Análises sensoriais

O produto foi analisado sensorialmente imediatamente após a irradiação e aos 3 meses, através da utilização de uma Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo), para ser determinado o Índice de Aceitabilidade.

O Índice de Aceitabilidade (IA) foi calculado considerando a nota máxima alcançada pelo produto analisado, como 100% e a pontuação média em % será o IA. O produto, atingindo um percentual igual ou maior que 70%, foi considerado aceito pelos provadores (CHAIB DE MORAES, 1983).

Foi elaborado um questionário em forma de escala hedônica de acordo com Figura 9, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1), que foi apresentada para cada um dos provadores, para que pudessem redigir suas preferências.

As amostras de feijão pré-cozido foram apresentadas conforme Figura 10 para um grupo de 43 provadores adultos não treinados, de ambos os sexos, com idade de 19 a 57 anos.

O feijão pré-cozido foi esquentado em micro-ondas e, acondicionado em pratos brancos de plástico, para melhor visualização.

A análise sensorial será realizada nas amostras que estiverem dentro dos limites microbiológicos estabelecidos na legislação para consumo assim como a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos.

PRODUTO TESTADO: FEIJÃO PRÉ-COZIDO IRRADIADO					
Nome: _____ Idade: _____ Data: _____					
Por favor, avalie as amostras de feijão cozido irradiado utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou, em relação aos atributos abaixo:					
1 – Desgostei muitíssimo					
2 – Desgostei muito					
3 – Desgostei regularmente					
4 – Desgostei ligeiramente					
5 – Indiferente					
6 – Gostei ligeiramente					
7 – Gostei regularmente					
8 – Gostei muito					
9 – Gostei muitíssimo					
AMOSTRA	AROMA	SABOR	TEXTURA	COR	ACEITAÇÃO GLOBAL
O que você mais gostou nas amostras? _____					
O que você menos gostou nas amostras? _____					
Você compraria este produto? _____					
Comentários: _____					

Figura 9 - Questionário em forma de escala hedônica



Figura 10 - Apresentação das amostras servidas na análise sensorial

4.13 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância, com aplicação do teste F. Obtendo-se significância no teste F ao nível de 5%, realizou-se a análise estatística dos dados com a aplicação do teste de Tukey. As análises foram realizadas pelo programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1998).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição centesimal

A composição centesimal da amostra de feijão pré-cozido utilizado no presente experimento é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal (g/100g)¹ das amostras de feijão pré-cozido

Composição Centesimal	Feijão cozido
Carboidrato	55,96 ± 0,96
Proteína Bruta	22,69 ± 0,54
Extrato Etéreo	1,96 ± 0,13
Fibra Dietética	15,98 ± 0,74
Cinzas	3,41 ± 0,76
Umidade	78,90 ± 0,40

¹ Os dados são a média de três repetições ± desvio padrão expressa na base seca

Os valores de fibra dietética e cinzas, do presente estudo ficaram abaixo do encontrado por Brigide (2002), que avaliando feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) cozido encontrou teores em torno de 18,6 e 3,9% respectivamente.

O teor de proteína do presente estudo ficou abaixo dos valores encontrados por Candela et al. (1997), Tobin e Carpender (1978), Brigide (2002) e Pires et al. (2005) que avaliando o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido encontraram respectivamente 28, 23,9; 26 e 18%

Em estudo realizado por Pires et al. (2005) obtiveram para o feijão carioca cozido 76,75% de teor de carboidrato. Ramirez-Cardenassi (2008) estudando o processamento doméstico do feijão comum em cinco variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L) encontrou uma variação de carboidrato entre 69,62 a 71,66%. Os valores apresentados em ambos os estudos estão superiores ao obtidos neste trabalho que obteve 55,96%, mas próximo ao valor encontrado por Brigide (2002) que obteve 52,5% de teor de carboidrato.

Delfini e Canniatti-Brazaca (2008) encontraram para o teor de extrato etéreo 1,94%. Pires et al. (2008) encontraram valor de 1,29%. Ramirez-Cardenassi (2008) que analisando feijão comum encontrou variação de 1,66 a 2,26%. No presente estudo a quantidade de

extrato etéreo encontrado foi de 1,96%, valor este dentro da faixa de variação proposto por Ramirez-Cardenassi (2008). De acordo com Sgarbieri (1989), o conteúdo de lipídios é geralmente baixo em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em comparação com outros macronutrientes.

Candela et al. (1997) analisando feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) e Mancini-Filho (1990) encontraram para o teor de cinzas 5,65 e 3,12% nesta ordem. Delfini e Canniatti-Brazaca (2008) avaliando a composição centesimal de diferentes cultivares de feijão cozido sem água de maceração observaram que o teor de cinzas variou de 3,44 a 4,10%.

O teor de fibra (15,98%) encontrado foi inferior ao estudo realizado por Brigide (2002), Ramirez-Cardenassi (2008) e Herrera et al. (1998) que obtiveram respectivamente teores de 18; 28 e 26%. De acordo com a Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF/USP, 2009) o teor de fibra para o feijão carioca cozido é 25,87%. Em estudo realizado por Gonzáles (2000) que analisando a quantidade de fibra dietética total em diferentes tratamentos térmicos, encontrou para o calor prolongado o valor de 21,24%.

Em relação ao teor de umidade (78,90%), o presente estudo encontrou valor superior ao de Mancini-Filho (1990) (12,60%), e Ramirez-Cardenassi (2008) (10,58 a 21,77%), mas dentro da faixa de variação dos estudos realizado por Delfini e Canniatti-Brazaca. (2008) e Brigide (2002) que encontraram 81,30 e 77,1% de umidade no feijão cozido. O feijão cozido, segundo a tabela de composição de alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF/USP, 2009) apresentou o teor de umidade 69,2%. O valor apresentado está inferior ao obtido neste trabalho.

De maneira geral o feijão analisado apresenta boa quantidade de proteína, carboidrato, fibra dietética e extrato etéreo.

5.2 Composição mineral

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1996) a maioria das leguminosas, incluindo o feijão comum, é consumida na forma inteira. Como resultado, o seu conteúdo mineral é conservado. Os feijões são importante fonte de ferro, fósforo, magnésio, manganês e, em menor grau, de zinco e cálcio.

As concentrações do conteúdo de minerais analisadas para o feijão cozido estão apresentadas na Tabela 2, valores expresso em mg/100g.

Tabela 2 – Composição mineral (mg/100g)¹ na amostra de feijão cozido

Minerais	(mg/100g)
Sódio	34,5 ± 0,67
Cálcio	186,6 ± 0,09
Magnésio	160,5 ± 0,03
Manganês	0,90 ± 0,07
Potássio	122,16 ± 0,34
Ferro	4,20 ± 0,56
Zinco	2,25 ± 0,33
Selênio	0,30 ± 0,12

¹ - os dados são a média de três repetições ± desvio padrão base seca

Fatores ambientais tais como fertilização, tipo de solo, irrigação e a presença de herbicidas afetam a composição do grão de acordo com Avancini et al. (1992).

De acordo com Ene-Obong e Obizoba (1996) os teores de cálcio, ferro, magnésio, fósforo e zinco apresentaram diminuição após o processo de cocção do feijão africano (*Sphenostylis stenocapa*).

No presente estudo encontrou para o teor de cálcio o valor de 186,6 mg/100g, Pinn (1992) estudando o feijão do cultivar carioca encontrou um conteúdo de 56 mg de cálcio.

Pires et al. (2005) estudando o conteúdo mineral do feijão carioca cozido, encontrou valores para cálcio, magnésio, manganês, ferro e zinco em torno de 172,23 mg, 205,5 mg, 1,62 mg, 5,33 mg, 3,21 mg/100g respectivamente.

Em estudo realizado por Maldonado e Sammán (2000) com feijão de diferentes cultivares entre eles o carioca encontraram teores de zinco que variaram entre 2,50 a 6,08 mg/100g. Valores estes próximos ao encontrado neste estudo.

No presente trabalho encontrou-se valor para o ferro em torno de 4,20 mg/100g. Maldonado e Sammán (2000) encontraram teores de ferro no feijão cozido que variam de 0,8 a 13,76 mg/100g, portanto o valor encontrado neste estudo situa-se dentro desta faixa de variação.

Em relação ao conteúdo de potássio o valor encontrado foi inferior ao estudo realizado por Pires et al. (2005) e Pin (1992) que analisando feijão cozido comum encontraram valores de 133,51 mg e 360 mg em 100 g de respectivamente.

Em estudo realizado por Pinn (1992) e Sammán et al. (1999), o feijão do cultivar Carioca apresentou conteúdo de 2,7 mg/100g e 2,5 a 4,0 mg/100g de zinco respectivamente. O conteúdo de zinco encontrado neste trabalho ficou próximo ao encontrado por estes autores.

Ferreira et al. (2002) encontrou para o feijão cozido a concentração de 1,4 a 2,1 mg de selênio valores este acima ao encontrado neste estudo.

Martinez et al. (1998) estudando as variedades de feijões *Cleo*, *Strike*, e *Sentry* e *Phaseolus vulgaris* L., verdes cozidos encontram os seguintes valores para sódio 33,49 a 45,91; potássio 183 a 274; cálcio 546 a 711; magnésio 261 a 315, ferro 5,52 a 7,09; zinco 4,36 a 4,87 e manganês 1,84 a 2,71 mg/100g. No presente estudo foram encontrados teores menores para cálcio, magnésio, ferro; zinco, manganês em 68, 89, 80, 86, 82 e 85 % respectivamente; e o de sódio ficou dentro da faixa de variação, quando comparado com estes autores.

5.3 Digestibilidade protéica

A digestibilidade protéica *in vitro* das amostras de feijão pré-cozido no controle e seu comportamento nas doses de radiação de 1, 2 e 3 kGy estão expressas na Tabela 3.

Tabela 3 – Digestibilidade da proteína *in vitro*¹ em porcentagem, do feijão pré-cozido controle e irradiado nas doses de radiação 1, 2 e 3 kGy

Dose (kGy)	Cozido (%)
Controle	90,17 ± 0,30 ^{1 a 2}
1	91,72 ± 1,30 ^a
2	89,85 ± 0,70 ^a
3	90,17 ± 0,30 ^a

¹ Os dados são a média de três repetições ± desvio padrão.

² Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Pode-se observar que a digestibilidade protéica do feijão pré-cozido irradiado a 1, 2 e 3 kGy e no controle de maneira geral não apresentou diferença estatística ao nível de 5% entre os tratamentos. Embora a dose de 1 kGy apresente numericamente a maior média (91,72%), enquanto a dose 2kGy a menor (89,85%), para a digestibilidade *in vitro*. A determinação da

digestibilidade de proteína *in vitro* é um dos fatores a ser levado em consideração na qualidade da proteína.

Delfini e Canniatti-Brazaca estudando polifenóis e sua interação com a digestibilidade em feijão comum encontram para o feijão cozido 91,70%, valor este próximo ao encontrado neste estudo.

Cruz et al.(2005) comparando a digestibilidade protéica *in vivo* com a *in vitro* em diferentes cultivares de feijão *Phaseolus vulgaris* L., encontrou para a digestibilidade aparente o valor de 80,57%. Aw e Swanson (1985), também estudando a digestibilidade *in vitro* do feijão encontraram para a digestibilidade valores entre 76,8 a 84,1%. Pode-se observar que neste estudo os valores encontrados tanto para a amostra irradiada como a do controle foi superior ao encontrado por estes autores.

Mechi et al. (2005) avaliando a digestibilidade protéica em feijão preto cozido irradiado a 0, 2, 4, 6, 8 e 10 kGy encontraram valores em torno de 84,20; 82,15; 83,17; 84,39; 85,53 e 82,29% respectivamente. Os valores encontrados por Mechi et al. (2005) foram inferiores aos observados neste estudo com feijão comum, que apresentou melhor porcentagem para a digestibilidade protéica. O mesmo ocorreu no estudo realizado por Antunes et al. (1995) que analisando o valor nutricional de diferentes cultivares de feijão *Phaseolus vulgaris* L., entre eles do cultivar carioca encontrou digestibilidade em torno de 62,80% para o grão cozido.

Os valores deste trabalho foram bem superiores aos observados por Mesquita et al. (2007) que avaliando a digestibilidade protéica *in vitro* de diferentes linhagens de feijão *Phaseolus vulgaris* L., encontraram 18,03 a 48,32% para o grão cru. De acordo com Bressani et al. (1988) a digestibilidade das proteínas dos grãos podem ser influenciadas por alguns componentes presentes, que reduzem a digestibilidade protéica a partir da reação entre proteínas durante o processamento de feijão. No presente trabalho a digestibilidade encontrada foi em torno de 90% comprovando que o tratamento térmico do feijão, através do processo de cozimento, inativou os inibidores de proteases, promovendo efeito benéfico na digestibilidade.

5.4 Fatores Antinutricionais

Na determinação da concentração de tanino foi utilizado como padrão a catequina dando resultado expresso em mg catequina equivalente/g feijão. Os resultados nas amostras

de feijão pré-cozido cozido controle e seu comportamento nas doses de radiação de 1, 2 e 3 kGy estão expressas na Tabela 4.

Tabela 4 – Teores de tanino (mg catequina equivalente/ g de amostra) e ácido fítico (mg de ácido fítico /g de amostra) do feijão pré-cozido controle e irradiado nas doses de radiação 1, 2 e 3 kGy

Dose (kGy)	Tanino ¹	Ácido Fítico ²
Controle	0,61 ± 0,21 ^{3 a 4}	7,98 ± 0,99 ^{3 a b4}
1	0,50 ± 0,07 ^{ab}	8,73 ± 1,0 ^a
2	0,43 ± 0,04 ^b	5,95 ± 0,97 ^b
3	0,54 ± 0,11 ^{ab}	6,67 ± 0,98 ^{ab}

¹ Tanino expresso em mg catequina equivalente/g de amostra.

² Ácido fítico expresso em mg de ácido fítico /g de amostra.

³ Os dados são a média de três repetições ± desvio padrão.

⁴ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Em relação à concentração de taninos podemos observar que a amostra controle, ou seja, que não sofreu o processo de radiação, apresentou maior quantidade de tanino, assim como as de 1 e 3 kGy que não diferiram significativamente entre si, sendo que a dose de 2 kGy apresentou a menor quantidade de tanino embora não apresente diferença estatística entre o tratamento 1 e 3 kGy.

De acordo com a Tabela 4 pode-se observar que a dose de 1 kGy apresentou uma maior concentração de ácido fítico assim como o controle e a dose 3 kGy que não diferiram estatisticamente entre si a nível de 5%, sendo que a dose de 2 kGy apresentou a menor concentração de tanino embora não apresentando diferença estatística entre o tratamento 3 kGy e o controle de acordo com Tukey.

Em estudo realizado por Pinn (1992), o aumento da dose de radiação provocou diminuição do teor de taninos de feijão cozido (*Phaseolus vulgaris* L.), da variedade carioca irradiado nas doses de 2; 4; 6; 8; 10; 15 e 20. O teor de taninos do controle foi de 0,47%Eq catequina e, com a dose de radiação 20kGy, o teor apresentado foi de 0,29%Eq catequina.

No presente estudo observa-se que os teores de tanino e ácido fítico variaram de 0,43 a 0,61mg/g e 5,95 a 7,98mg/g de feijão na amostra que não sofreu o processo de irradiação e nas amostras irradiada a 1, 2 e 3 kGy.

Fantini et al. (2008) verificando a concentração de tanino e ácido fítico em feijão comum cozido entraram valores de 0,10mg/g e 1,69mg/g respectivamente.

Comparando-se a concentração de taninos com o estudo realizado por Villavicêncio et al. (2000) que encontrou valores de 0,15; 0,13 e 0,10% mEq catequina para amostras irradiadas a 2,5; 5 e 10 kGy respectivamente, verifica-se que o teor de tanino entrado neste trabalho foi superior, embora a concentração de tanino tenha diminuído com o aumento da dose de radiação, exceto para a dose de 3 kGy.

Em estudo realizado por Brigide (2002), com feijão comum cozido irradiado a 0, 2, 6 e 10 kGy, os teores de taninos encontrados variaram de 0,0063 (controle) a 0 mg/g (10 kGy), houve diminuição na quantidade de taninos conforme aumentava-se a dose de irradiação, com exceção da dose de 2 kGy que apresentou teor de 0,103mg/g. No mesmo estudo os teores de fitatos variaram de 4,63 (2 kGy) a 8,28 (0 kGy) os grãos. Em relação ao teor de tanino o presente trabalho apresentou valores superiores comparado ao estudo de Brigide (2002). Em ambos os estudos o conteúdo de tanino diminuiu com o aumento da dose de radiação no feijão cozido, com exceção da dose 3 kGy que neste estudo ocorreu aumento da quantidade de tanino.

Mechi et al. (2005) avaliando fatores nutricionais em feijão preto crus e cozidos irradiado a 0, 2, 4, 6, 8 e 10 kGy encontraram os seguintes 9,64; 8,78; 9,36,9,64; 10,27 e 7,78mg de fitato/g respectivamente para os grãos cozidos. Em relação a quantidade de tanino estudado mesmo ficou abaixo do nível de detecção, no feijões em questão a irradiação teve pequeno efeito no conteúdo de antinutricionais, já a cocção teve ação altamente desejável na redução de taninos.

Oliveira et al. (2001) estudando o processamento doméstico do feijão comum observaram redução nos fatores antinutricionais, fitatos e taninos encontrando valores de 11,20 ; 2,24 mg/g para o grão cozido quando comparado ao grão cru que apresentaram valores de 13,82 e 13,78 mg/g de fitato e tanino.

Moura e Canniatti-Brazaca (2006), estudando os fatores antinutricionais em feijão comum encontraram valores para o ácido fítico 8,03 mg/g próximo ao deste estudo na dose de 1 kGy.

5.5 Análise Sensorial

Foi utilizado teste de aceitabilidade de escala hedônica, já que é necessário conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação ao produto, inferindo a preferência, ou seja, as amostras mais preferidas são as mais aceitas e vice-versa (FERREIRA, 2000).

Constam na Tabela 5, as médias dos valores obtidos pelas notas dos provadores que participaram da análise sensorial, para o feijão cozido irradiado (1 kGy, 2 kGy e 3 kGy) assim como o controle, na temperatura ambiente, um dia após a irradiação, em escala hedônica.

Tabela 5 - Valores médios das notas dos provadores para os atributos: aroma, textura, cor e aceitação para o feijão cozido em escala hedônica de 0 a 9

TRATAMENTO	AROMA	TEXTURA	COR	ACEITAÇÃO
Controle	6,51 ± 1,12 ^{1a2}	5,20 ± 0,98 ^c	6,83 ± 0,31 ^a	6,74 ± 0,23 ^a
1kGy	6,37 ± 0,99 ^b	5,37 ± 0,34 ^b	6,07 ± 0,75 ^d	6,42 ± 0,56 ^b
2kGy	6,25 ± 1,00 ^c	5,37 ± 1,14 ^b	6,70 ± 0,56 ^b	5,81 ± 0,45 ^d
3kGy	5,87 ± 1,10 ^d	6,01 ± 1,45 ^a	6,47 ± 1,03 ^c	6,05 ± 0,24 ^c

¹Média±Desvio padrão.

²Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

De acordo com a Tabela 5 observa-se que em relação ao atributo aroma o feijão que não recebeu nenhum tratamento apresentou maior média. Observa-se também que conforme aumentava a dose de irradiação diminuía-se a média para este parâmetro.

O feijão irradiado a 3 kGy apresentou melhor textura quando partido e/ou amassado pelos provadores seguido pela dose de 1 e 2 kGy que não apresentaram diferença estatísticas entre si.

Em relação ao atributo cor o feijão sem nenhum tratamento recebeu o maior valor para este quesito embora tenha havido diferença estatísticas ao nível de 5% entre os tratamentos.

Pode-se observar na Tabela 5 que de maneira geral houve diferença estatística ao nível de 5% entre os tratamentos. A amostra de maior aceitação foi a que não recebeu nenhum tratamento seguido da amostra irradiada a 1kGy.

Foi solicitado a cada provador que escrevesse o que mais gostou e o que menos gostou nas amostras analisadas. Dentre os atributos sensoriais analisados o que mais gostaram foram relacionados a cor e a aparência geral do produto e os atributos que menos gostaram foram os relacionados ao aroma e a textura.

Dentre os comentários dos provadores todos comprariam o feijão irradiado desde que tivesse um preço acessível. Embora tenham gostado das amostras analisadas, poucos provadores analisaram o quesito sabor, alegando que não era hábito comer esta leguminosa.

Dentre os provadores que analisaram este parâmetro o feijão que não passou pelo processo de irradiação foi o melhor aceito.

Não foi possível realizar uma nova análise sensorial, pois o feijão quando preparado para a mesma apresentou odor de enxofre, o que causou repulsa em relação à análise sensorial.

Através da avaliação de análise sensorial foi possível determinar o grau de aceitação das amostras de feijão, que correspondeu que correspondeu a 6,74 para a amostra controle, 6,42 para a amostra irradiada a 1 kGy, 5,85 para a amostra irradiada a 2 kGy e 6,05 para as amostras irradiada a 3 kGy. Através da aplicação do teste Tukey verificou-se que as amostras diferiram ao nível de 5%.

Segundo Gulard (2002) o limite mínimo para definir a aceitabilidade de produtos alimentícios é 7,0. O feijão pré-cozido controle e irradiado a 1, 2 e 3 kGy apresentarem médias inferiores a 7,0. Embora tenha demonstrado a não aceitabilidade do feijão pré-cozido, a amostra controle apresentou uma maior tendência a aceitabilidade.

5.6 Análises microbiológicas

O feijão pré-cozido foi submetido a um controle microbiológico seguindo os padrões microbiológicos sanitários para alimentos comercialmente estéreis destinados ao consumo humano, estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 02/jan/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para Alimentos Prontos para Consumo (ANVISA, 2002).

A Tabela 6 mostra o valor obtido na análise microbiológica, para o feijão pré-cozido, na temperatura ambiente após 1 dia de armazenamento.

Tabela 6 – Análise microbiológica do feijão pré-cozido que não sofreu o processo de radiação, na temperatura ambiente após 1 dia de armazenamento

Parâmetro	Resultado	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	< 10	UFC/g
Contagem de Coliformes Totais	< 10	UFC/g
Contagem de Estafilococos	< 10	UFC/g
Contagem Padrão Microorganismos Mesófilos (a 37°C)	< 10	UFC/g
Pesquisa Salmonella	Ausência em 25g	-

Constam nas Tabelas 7, 8, 9 e 10, os valores obtidos na análise microbiológica, para o feijão cozido irradiado (1kGy, 2kGy e 3kGy) assim como o controle, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento.

Tabela 7 – Análise microbiológica do feijão pré-cozido que não sofreu o processo de radiação, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento

Parâmetro	Resultado	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	< 10	UFC/g
Contagem de Coliformes Totais	< 10	UFC/g
Contagem de Estafilococos	< 10	UFC/g
Contagem Padrão Microorganismos Mesófilos (a 37°C)	4×10^6	UFC/g
Pesquisa Salmonella	Ausência em 25g	-

Tabela 8 – Análise microbiológica do feijão pré-cozido irradiado a 1 kGy, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento

Parâmetro	Resultado	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	< 10	UFC/g
Contagem de Coliformes Totais	< 10	UFC/g
Contagem de Estafilococos	< 10	UFC/g
Contagem Padrão Microorganismos Mesófilos (a 37°C)	$< 2,9 \times 10^6$	UFC/g
Pesquisa Salmonella	Ausência em 25g	-

Tabela 9 – Análise microbiológica do feijão pré-cozido irradiado a 2 kGy, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento

Parâmetro	Resultado	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	< 10	UFC/g
Contagem de Coliformes Totais	< 10	UFC/g
Contagem de Estafilococos	< 10	UFC/g
Contagem Padrão Microorganismos Mesófilos (a 37°C)	< 10	UFC/g
Pesquisa Salmonella	Ausência em 25g	-

Tabela 10 – Análise microbiológica do feijão pré-cozido irradiado a 3 kGy, na temperatura ambiente após 3 meses de armazenamento

Parâmetro	Resultado	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	< 10	UFC/g
Contagem de Coliformes Totais	< 10	UFC/g
Contagem de Estafilococos	< 10	UFC/g
Contagem Padrão Microorganismos Mesófilos (a 37°C)	< 10	UFC/g
Pesquisa Salmonella	Ausência em 25g	-

Tabela 11 – Padrões microbiológicos sanitários para alimentos comercialmente estéreis destinados ao consumo humano, estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 02/jan/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para Alimentos Prontos para Consumo (ANVISA, 2002)

Parâmetro	Resultado Esperado	Unidade
Contagem de Coliformes Termotolerantes	$< 10^3$	UFC/g
Contagem de Coliformes Totais	$< 10^3$	UFC/g
Contagem de Estafilococos	$< 10^2$	UFC/g
Contagem Padrão Microorganismos Mesófilos (a 37°C)	$< 10^3$	UFC/g
Pesquisa Salmonella	Ausência em 25g	-

De acordo com os padrões sanitários estabelecidos na Tabela 11, pode-se observar que o feijão no primeiro dia de armazenamento, o qual não sofreu processo de radiação atendeu aos padrões microbiológicos sanitários para alimentos comercialmente estéreis destinados ao consumo humano, estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 02/jan/2001 da ANVISA, assim como o feijão pré-cozido armazenado em temperatura ambiente por 3 meses e irradiado a 2 e 3 kGy, apresentando baixa contagem de coliformes termotolerante e totais, *estafilococos*, mesófilos e ausência de *Salmonella*, demonstrando que o processo de radiação foi efetivo na segurança microbiológica.

Para o feijão pré-cozido que não sofreu o processo de radiação e irradiado a 1 kGy observa-se que estes não atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos na Tabela 11, apresentando elevada contagem de microrganismo mesófilos, confirmando que o processo de radiação foi determinante para diminuição da contagem microbiológica, pois o feijão pré-cozido controle apresentou a maior contagem de microrganismos mesófilos.

A contagem elevada de mesófilos nos alimentos perecíveis é indicativo do uso de matéria-prima contaminada ou processamento insatisfatório, sob o ponto de vista sanitário. Podendo também, indicar abuso durante o armazenamento em relação ao binômio tempo/temperatura (FRANCO; LANDRAG, 1996), por isso a contagem padrão em placa (P.C.A.) tem sido usada como indicador do tempo útil de conservação (SILVA et al., 1997).

6 CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que o feijão pré-cozido:

- apresentou boa quantidade de proteína, carboidrato, fibra dietética e extrato etéreo na composição centesimal;
- obteve excelente digestibilidade protéica, mas não houve melhora com o aumento da dose de radiação;
- apresentou baixo teor mineral na sua composição, com exceção do cálcio;
- o teor ácido fítico não diminuiu com o aumento da dose de radiação;
- houve diminuição na quantidade de tanino com o aumento da dose de radiação, com exceção da dose de 3 kGy.
- através da análise sensorial os provadores demonstraram não aceitabilidade tanto para o feijão que não sofreu o processo de radiação como o irradiado;
- o processo de radiação foi determinante para diminuição da contagem microbológica.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Sistema de legislação em vigilância sanitária**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.anvisa.com.br>. Acesso em: 20 nov.2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução RDC nº 12, de 02/jan/2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso em: 10 jul. 2002.
- AMAYA, H.; ACEVEDO, E.; BRESSANI, R. Efecto del recalentamiento sobre la disponibilidad de hierro y el valor nutritivo de la proteína del frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) cocido. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 41, n. 2, p. 222-237, 1991.
- ANTUNES, P. L.; BILHALVA, A. B.; ELIAS, M.; SOARES, G. J. D. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 12-18, 1995.
- ANTUNES, P. L.; SGARBIERI, V. C. Fatores antinutricionais, toxicidade e valor nutricional do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agros**, Pelotas, v. 15, n. 1, p 39-62, 1980.
- ARMELIN, S. M.; CANIATTI-BRAZACA, S. G.; PIEDADE, S. M. de S.; MACHADO, F. M. V. F.; SPOTO, M. H. Avaliação física de feijão carioca irradiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 27, n.3, p. 498-502, 2007.
- ASP, N. G.; JOHANSSON, C. G.; HALLMER, H. et al. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 31, p. 476-482, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bactérias coliformes totais, coliformes fecais e *Escherichia coli* em alimentos**: determinação do número mais provável (NMP): MB-3463. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 7 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 16. ed. Arlington: AOAC, 1995. 2 v.
- AVANCINI, S. R.; SALES, A. M.; AGUIRRE, J. M.; MANTOVANI, D. M. B. Composição química e valor nutricional de cultivares de grão-de-bico produzidos no estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p 145-53, 1992.
- AW, T. L.; SWANSON, B. G. Influência of tannin on *Phaseolus vulgaris* protein digestibility and quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, n. 1, p. 67-71, 1985.
- BARBOZA, A. C. R. N.; CRUZ, C. V. M. S.; GRAZIANI, M. B. et al. Aquecimento em forno de microondas: desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 901-904, 2001.

BERRIOS, J. D. J.; SWANSUN, B. G.; CHEONG, W. A. Physico-chemical characterization of stored black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Research International**, Essex, v. 32, p. 669-676, 1999.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.

BRAGA, N. R. **Possibilidades da cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) na microregião de Viçosa, Minas Gerais**: competição entre cultivares e nutrição mineral. 1997. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

BRASIL. Decreto n.º 72.718, de 29 de agosto de 1973. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 ago. 1973. Seção 1, Parte 1.

BRASIL. Portaria DINAL/MS n.º 10, de 08 de março de 1985. Atribui à DINAL a compilação da RELAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS COM AÇÃO TÓXICA SOBREANIMAIS OU PLANTAS, CUJO REGISTRO PODE SER AUTORIZADO NO BRASIL, EM ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS E EM PRODUTOS DOMISSANITÁRIOS E DETERMINA OUTRAS PROVIDÊNCIAS. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 mar. 1985. Seção 1.

BRESSANI, R.; HERNANDEZ, E.; BRAHAM, E. Relationship between content and intake of bean polyphenolics and protein digestibility in humans. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 38, p. 5-21, 1988.

BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiados**. 2002. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CANDELA, M.; ASTIASARAN, J.; BELLO, J. Cooking and warm holding: effect on general composition and aminoacids of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) chickpeas (*Cicer arietinum*) and lentils (*Lens culinaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 12, p. 4763-4767, 1997.

CÁNOVAS-BARBOSA, G. V.; VEJA-MERCADO, H. **Deshidratación de alimentos**. 1. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 314 p.

CARVALHO, E. P. **Microbiologia de alimentos**. Lavras: UFLA/FAEP, 1999. 76 p.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 1. ed. Campinas: Unicamp, 1999. 212 p.

CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA/CENA. Disponível em: http://www.cena.usp.br/irradiacao/cons_irrad.html. Acesso em: mar. 2010.

CHAIB-MORAES, M. A. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 1. ed. Campinas: Unicamp, 1983. 80 p.

CHITRA, U.; SING., U.; RAO, P. V. Phytic acid in vitro protein digestibility, dietary fiber, and minerals of pulses as influenced by processing methods. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 49, p. 307-316, 1996.

CHITRA, U.; VIMALA, V.; SING., U. et al. Variability in phytic acid content and protein digestibility of grain legumes. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 47, p. 163-172, 1995.

COELHO, R. G. Considerações sobre as proteínas do feijão. **Revista de Nutrição da PUCCAMP**, Campinas, v. 4, n. 1/2 p. 122-145, 1991.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Estudos e prospecção de mercado**. Brasília: DF, set. 2008. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/prospeccao_2008_09.pdf. Acesso em: 10 mar. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de Safra Brasileira: grãos, sétimo levantamento**. Brasília, DF, 2010. 42 p.

COMPTON'S INTERACTIVE ENCICLOPEDIA. **Radiation**. New York: Compton's New Media Inc., 1995.

CRUZ, G. A. D. R.; OLIVEIRA, M. G. de A.; COSTA, N. M. B.; PIRES, C. P.; CRUZ, R. S.; MOREIRA, M. A. Comparação entre a digestibilidade proteica *in vitro* e *in vivo* de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L) armazenado por 30 dias. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 265-271, 2005.

DE PENNA, E. W. Metodos sensoriales y sus aplicaciones. In: ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; da SILVA, M. A. A. P. **Avanços em análise sensorial**. 1. ed. São Paulo: Varela, 1999. p. 13-22.

DELFINI, R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Polifenóis e sua interação com a digestibilidade e tempo de cocção em feijão comum. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 401-407, 2008.

DELINCÉE, H. Detection methods for irradiated foods: an overview. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 48, n. 3, p. 378-379, 1996.

DIEHL, J. F. **Safety of irradiated foods**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1992. 454 p.

ELPO, E. R. S.; FREITAS, R. J. S.; GOMES, E. C. Avaliação dos teores de ferro nos alimentos da cesta básica. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 48, n. 1, p. 65-67, 1998.

EMBRAPA - Arroz e feijão. **Sistemas de produção de feijoeiro**. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br>. Acesso em : 24 jul. 2002.

EMBRAPA - Feijão. **Agencia de informação EMBRAPA**. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/feijao/sistemasdeproducao/index.htm>. Acesso em: 24 fev. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE RADIAÇÃO - EMBRARAD. Disponível em: <http://www.cbesa.com.br/?p=alimentos>. Acesso em: 24 jan. 2010.

ESAKA, M.; SUZUKI, K.; KUBOTA, K. Effects of microwave heating on lipoxygenase and trypsin inhibitor activities, and water absorption of winged bean seeds. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 6, p. 1738-1739, 1987.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 652 p.

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos**: projeto integrado de composição de alimentos. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/tbcamenu.php>. Acesso em: 10 fev. 2009.

FANTINI, A. P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUZA, M. C.; MANSI, D. N. Disponibilidade de ferro em misturas de alimentos com adição de alimentos com alto teor de vitamina C e de cisteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 270-276, 2008.

FAO. **Bases técnicas para la legislación referente a los alimentos irradiados**. Roma: FAO, IOEA, OMS, 1966. 62 p.

FERREIRA, K. S. F.; GOMES, J. C.; BELLATO, C. R.; JORDÃO, C. P. Concentrações de Selênio em alimentos consumidos no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, v.11, n. 3, p. 172-177, 2002.

FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial**: teste discriminativos e afetivos. 1. ed. Campinas: SBCTA, 2000. 127 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2003. 932 p.

GONZALEZ, G. C. A. Efecto Del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. **Archivos Latino Americano de Nutricion**, v.5, n.3, p. 281-285, 2000.

GONZALEZ, N. B. B. Tese atesta riqueza nutricional do feijão consumido no Brasil. **Jornal da Unicamp**, Campinas, 12-25 nov. 2007. p. 2. Depoimento a Carmo Gallo Netto. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju380pag02.pdf. Acesso em: 24 nov. 2007.

GRYNSPAN, F.; CHERYAN, M. Phytate-calcium interations with soy protein. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 66, n. 1, p. 93-97, 1989.

GULART, M. A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002.

GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; PAREDES-LÓPEZ, O. Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 13, p. 1874-1881, 2000.

HERRERA, I. M.; GONÇALVEZ, E. P.; ROMERO, J. G. Fibra dietética soluble:insoluble total en leguminosas crudas e cocidas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 48, n. 2, p. 179-181, 1998.

HOFFMANN, R. A diminuição do consumo de feijão no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 189-201, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Tabelas de composição de alimentos**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

KÄFERSTEIN, F. K. **Safe food more needed than ever before**. Geneva: WHO, 1993. 22 p.

KÄFERSTEIN, F. K.; MOY, G. G. Public health aspects of food irradiation. **Journal of Public Health Policy**, Hampshire, v. 14, n. 2, p. 149-163, 1993.

KANTHA, S. S.; ERDMAN JUNIOR, J. W. Legume carotenoid. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.26, p.137-152, 1987.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, R. S. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 23-56.

LOAHARANU, P. Food irradiation in developing countries: a practical alternative. **IAEA Bulletin**, Vienna, v. 36, n. 1, p. 30-35, 1994.

LOPEZ-HERNANDEZ, J.; VAZQUEZ-ODERIZ, L.; VAZQUEZ-BLANCO, E. et al. HPLC determination of major pigments in the bean *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 41, n. 10, p. 1613-1615, 1993.

MALDONADO, S.; SAMMÁN, N. Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, n. 2, p. 195-199, 2000.

MALUF, R. S. **Consumo de alimentos no Brasil**: traços gerais e ações públicas locais de segurança alimentar. São Paulo: Pólis, 2000. (Pólis Papers, 6). Disponível em: http://www.polis.org.br/obras/arquivo_171.pdf. Acesso em: 16 nov. 2002.

MARCHIONI, D. M. L.; ZACCARELLI, E. M. Transição nutricional. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 96, p. 16-22, 2002.

MANCINI-FILHO, J. **Efeitos das radiações gama sobre algumas características físico-químicas e nutricionais de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenados**. 1990. 107 p. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

MARTINEZ-DOMINGUEZ, B.; IBÁÑEZ, M. B.; RINCÓN, F. Ácido fólico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 52, n. 3, p. 219-231, 2002.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MARTINS, E. **Variações no consumo de alimentos no Brasil de 1974/75 a 1987/88**. 1998. 117 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

MECHI, R.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 109-114, 2005.

MESQUITA, F. R.; CORREA, A. D.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. de F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade proteica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, 2007.

MOLINA, M. R.; FUENTE, G. de la; BRESSANI, R. Interrelationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and others characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, p. 587-591, 1975.

MORRIS, H. J.; OLSON, R. L.; BEAN, R. C. Processing quality of varieties and strains of dry beans. **Food Technology**, Chicago, v. 4, p. 247-251, 1950.

MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação da disponibilidade de ferro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) em comparação com a carne bovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 270-276, 2006.

NUNES, I. A.; GERMANO, M. I. S.; GERMANO, P. M. L. Forno de microondas: solução ou problema para a saúde pública? **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 10, n. 42, p. 9-13, 1996.

OETTERER, M.; D'ARCE, M. A. B. R.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. 1. ed. Barueri: Manole, 2006. 612 p.

OLIVEIRA, A. C. de; Queiroz, K. da S.; HELBIG, E.; REIS, S. M. P. M.; CARRARO, F. O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 51, n. 3, p. 276-282, 2001.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Rome: FAO/ LATINFOODS, 2002. **Tabla de composición de alimentos de América Latina**. Disponível em: <http://rlc.fao.org/bases/alimentos/defout.htm>. Acesso em: 20 de fev. de 2010.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética**: seleção e preparo de alimentos. 6. ed. revisada ampliada e renovada. São Paulo: Atheneu, 1995. 296 p.

PINN, A. B. R. O. **Efeito das radiações gama sobre a biodisponibilidade do ferro em feijões (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1992. 129 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. de A.; CRUZ, G. A. D. R.; MENDES, F. Q.; DE REZENDE, S. T.; MOREIRA, M. A. Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 157-162, 2005.

PÓ, M. V.; PAZ, S. P.; DIVERSI, M. **Alimentos irradiados**. São Paulo: IDEC, 2002. 31 p.

PORTUGAL, M. A. **Avaliação sensorial e inativação de lipoxigenase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) processado por extrusão**. 1989. 42 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

PRICE, M. L.; HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeonpeas and mung beans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 28, n. 2, p. 459-461, 1980.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 604 p.

RAMIREZ-CARDENASI, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RELA, P. R. Cresce uso de irradiação para conservação de alimentos. **Engenharia de Alimentos**, São Paulo, v. 6, n. 29, p. 26-29, 2000.

ROSTON-CATI, A. J.; PIZAN-CATI, N. R. **Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Campinas: CATI, 2002. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/icta/agronom/legum/fejao.html>. Acesso em: 01 nov. 2002.

SACCO, G. B. **Obtenção de um leite de soja de qualidade através do tratamento dos grãos em forno de microondas**. 2001. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SAMMÁN, N.; MALDONADO, S.; ALFARO, M. E. et al. Composition of different bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) of northwestern Argentina (Region NOA: cultivation zone influence). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 47, n. 7, p. 2685-2689, 1999.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.

SARTORI, M. R. Armazenamento. In: ARAÚJO, R. S.; AGUSTÍNRAVA, C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 543-562.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistic – version 6. 12ed. Cary, NC, 1998. 864 p.

SATHE, S. K. Dry bean protein functionality. **CRC Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v. 22, n. 2, p. 175-223, 2002.

SATHE, S. K.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Dry beans of *Phaseolus*. A review. Part 2. Chemical composition: Carbohydrates, fiber, minerals, vitamins and lipids. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 21, p. 41-91, 1984.

SGARBIERI, V. C. Composition and nutritive value of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **World Review of Nutrition and Dietetics**, London, v. 60, p. 132-198, 1989.

SHIGA, T. M.; FILISETTI, T. M. C. C.; LAJOLO, F. M. Polissacarídeos da parede celular no fenômeno de endurecimento de feijões (*Phaseolus vulgaris*). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador, BA. **Resumos expandidos...** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 576-579. (Documentos, 99).

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2001. 477 p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Varela, 1997. 295 p.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos, 1995. 159 p.

SMITH, J.; RAMASWAMY, H.; SIMPSON, B. Developments in food packaging technology. Part2: Storage aspects. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 11, n. 5, p. 111-118, 1990.

STEMPNIAK, R. A. **A ciência e a tecnologia do vácuo**: resumo histórico e algumas aplicações. São José dos Campos: Sociedade Brasileira de Vácuo; Faculdade de Ciências Aplicadas, 2002. Disponível em: <http://www.sbvacu.org.br/artigoRobertoStempniak.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2002.

TAVANO, O. **Avaliação nutricional de frações protéicas do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) var. IAC Marrocos** – Estudo *in vitro* e *in vivo*. 2002. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2002.

TOBIN, G.; CARPENTER, J. The nutritional value of the dry beans (*Phaseolus vulgaris*): a literature review. **Nutrition Abstracts and Reviews Series A**, Aberdeen, v. 48, n. 11, p. 919-936, 1978.

LANCETTE, G. A.; TATINI, S. R. *Staphylococcus aureus*. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3. ed. Washington: APHA, 1992. p. 533-550.

VILLAVICENCIO, A. L. C. H. **Avaliação dos efeitos da radiação ionizante de ^{60}Co em propriedades físicas, químicas e nutricionais de feijões *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** 1998. 138 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

WANG, S. H.; TOLEDO, M. C. F. Evaluation del valor nutricional de leches de soya preparadas a partir de granos de soya tratados com microondas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 40, n. 4, p. 572-587, 1990.

YÁÑEZ, E.; WULF, H.; CAFATI, C. et al. Fortificación del pan con harina de frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Valor nutritivo del pan fortificado. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 39, n. 4, p.613-619, 1989.

YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F. **Cultura do feijoeiro no Brasil**: características da produção. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 75 p.

ANEXO

ANEXO A:**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Resolução no. 196 de 10 de outubro de 1996, segundo o conselho Nacional de Saúde

Título do protocolo de pesquisa: FEIJÃO PRÉ-COZIDO IRRADIADO COM RAIOS GAMA DO COBALTO-60: UMA ALTERNATIVA DE CONSUMO

Riscos: Em função das doses de radiação gama a serem utilizadas nos diferentes tratamentos serem comprovadamente seguras para o consumo humano, bem como a utilização de técnicas higiênicas adequadas o presente trabalho não oferecerá risco previsível a integridade física e moral dos participantes (sujeito da pesquisa) e também não acarretará desconforto previsível aos mesmos.

Benefícios: A presente pesquisa tem o propósito de contribuir com os estudos sobre as possíveis alterações sensoriais que o tratamento de irradiação poderá trazer aos grãos de feijão e seu tempo de conservação a temperatura ambiente. Não há benefício direto ao provador.

Caro Colaborados: O estudo proposto realizará análises sensoriais das amostras de grãos de feijão pré cozido e irradiado a 1; 2 e 3kGy. Estas constituirão das análises de aparência, aroma, cor, sabor e textura dos grãos de feijão, mediante registro dos atributos das amostras e descrição da intensidade desses atributos em escala não-estruturada.

PRIVACIDADE: Os resultados obtidos neste trabalho serão tornados públicos em publicações e congressos, sejam eles favoráveis ou não, porém, sem identificação dos participantes.

O pesquisador garante fornecer resposta a qualquer pergunta ou esclarecer qualquer dúvida que haja sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa e inclusive entregará uma cópia do TCLE a cada provador. Também será responsável por resolver qualquer problema que surgir durante a realização do teste sensorial. A participação de vossa senhoria é voluntária, podendo retirar seu consentimento e deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem maiores conseqüências. O provador não arcará com nenhum ônus por participar da pesquisa.

Ciente do compromisso assumido na minha colaboração com esta pesquisa, e, pela importância da mesma, subscrevo-me a seguir:

Nome (completo): _____

Assinatura:

Caso necessite informações complementares sobre a presente pesquisa, entrar em contato com:

Doutoranda: **Andréa Cristina Penati Ferreira** (e-mail: andrea@dtr.com.br) ou Professor Orientador: **Dr. Valter Arthur** (e-mail: arthur@cena.usp.br), Departamento de Radioentomologia e Ambiente no Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA - Universidade de São Paulo (USP). Comitê de ética em pesquisa da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Caixa Postal 9, Avenida Pádua Dias, 11 CEP 13418-900 _ Piracicaba SP (019) 34294313.