



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**TARCÍSIO LIMA FILHO**

**IRRADIAÇÃO DE MORANGOS: LIMIARES DE REJEIÇÃO E DETECÇÃO  
SENSORIAL E IMPACTO DA TECNOLOGIA DE CONSERVAÇÃO SOBRE A  
ACEITAÇÃO E AS PERCEPÇÕES DOS CONSUMIDORES**

ALEGRE - ES  
JULHO - 2013

TARCÍSIO LIMA FILHO

**IRRADIAÇÃO DE MORANGOS: LIMIARES DE REJEIÇÃO E DETECÇÃO  
SENSORIAL E IMPACTO DA TECNOLOGIA DE CONSERVAÇÃO SOBRE A  
ACEITAÇÃO E AS PERCEPÇÕES DOS CONSUMIDORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc. Suzana Maria Della Lucia  
Coorientador: Prof. DSc. Joel Camilo Souza Carneiro

ALEGRE - ES

JULHO - 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

L732i Lima Filho, Tarcísio, 1988-  
Irradiação de morangos: limiares de rejeição e detecção sensorial e impacto da tecnologia de conservação sobre a aceitação e as percepções dos consumidores / Tarcísio Lima Filho. - 2013.  
226 f. : il.

Orientador: Suzana Maria Della Lucia.

Coorientadores: Joel Camilo Souza Carneiro.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Alimentos - Conservação por irradiação. 2. Morango - Avaliação sensorial. I. Della Lucia, Suzana Maria. II. Carneiro, Joel Camilo Souza. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 664

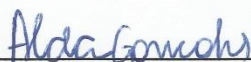
---

**IRRADIAÇÃO DE MORANGOS: LIMITES DE REJEIÇÃO E DETECÇÃO  
SENSORIAL E IMPACTO DA TECNOLOGIA DE CONSERVAÇÃO SOBRE A  
ACEITAÇÃO E AS PERCEPÇÕES DOS CONSUMIDORES**

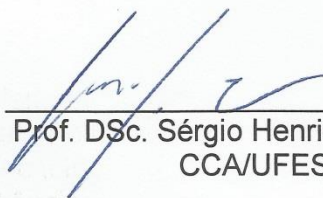
**Tarcísio Lima Filho**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.


Aprovada em: 19 de julho de 2013



Prof<sup>a</sup>. DSc. Aline Cristina Arruda  
Gonçalves  
CSL/UFSJ  
(Membro Externo)



Prof. DSc. Sérgio Henrique Saraiva  
CCA/UFES  
(Membro Interno)



Prof. DSc. Joel Camilo Souza Carneiro  
CCA/UFES  
(Coorientador)



Prof<sup>a</sup>. DSc. Suzana Maria Della Lucia  
CCA/UFES  
(Orientadora)

Aos meus pais, Tarcísio e Nilcéia.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelos inúmeros motivos de agradecimento, sendo impossível listar todos nestas duas páginas.

Aos meus amados pais Tarcísio e Nilcéia, que além de não medirem esforços para a minha educação, me proporcionaram uma ótima infância e formaram os fundamentos do meu caráter.

Ao meu irmão Rondinelli, companheiro de toda vida, por ser esta pessoa maravilhosa e por ter ajudado imensamente na execução deste trabalho.

À minha namorada Stella, pela compreensão, companheirismo e amor.

À professora e amiga Suzana Maria Della Lucia, pela orientação, ensinamentos, amizade e ótima convivência ao longo desses quatro anos e, com certeza, pelos anos que ainda estão por vir.

Aos professores Christiano Jorge Gomes Pinheiro e José Luiz Passamai Junior, por terem possibilitado a execução deste estudo e pela disponibilidade e boa vontade na realização das viagens necessárias neste trabalho.

Aos professores Joel Camilo Souza Carneiro, Aline Cristina Arruda Gonçalves, Sérgio Henriques Saraiva, Raquel Vieira de Carvalho e Patrícia Campos Bernardes, pelas contribuições e sugestões para este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento deste trabalho.

Ao Laboratório de Irradiação Gama (LIG) do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), pela irradiação dos morangos deste trabalho.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos amigos de graduação, pós graduação e inúmeros outros. Citar o nome de todos demandaria muitas páginas.

Aos estudantes de graduação Luiza, Tássia, Priscila e Lucas e de pós graduação Nayara e, principalmente, Carmelita, pela grande ajuda na execução deste trabalho.

Aos 93 julgadores que participaram dos testes de limiares, aos 26 julgadores que participaram do teste pareado-diferença, aos 88 consumidores participantes dos testes de aceitação, aos 26 participantes das sessões de grupo de foco, aos 144 consumidores que avaliaram as embalagens de morango irradiado e aos 271 entrevistados nos supermercados de Alegre - ES, pela colaboração, paciência e boa vontade.

Enfim, a todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Tarcísio Lima Filho, filho de Tarcísio Lima e de Nilcéia Moulin Breda Lima, nasceu em Alegre, Espírito Santo, em 08 de junho de 1988.

Em agosto de 2006, ingressou no Curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal do Espírito Santo, colando grau em julho de 2011. Em agosto de 2011, iniciou o curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal do Espírito Santo.

Em julho de 2013, submeteu-se à defesa de dissertação.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Lista de organizações que aprovam ou endossam a irradiação de alimentos.....	26
Tabela 1.1.	Resultados das análises físico-químicas.....	77
Tabela 2.1.	Resultados das análises microbiológicas no primeiro dia de armazenamento.....	96
Tabela 2.2.	Resultados das análises microbiológicas no oitavo dia de armazenamento.....	96
Tabela 2.3.	Resultados das análises microbiológicas no 15º dia de armazenamento.....	96
Tabela 2.4.	Resultados do questionário sobre o conhecimento dos julgadores em relação a irradiação de alimentos.....	98
Tabela 2.5.	Médias das notas hedônicas para a amostra controle e para a amostra irradiada em cada uma das sessões sensoriais.....	103
Tabela 2.6.	Efeito dos dois tipos de informações fornecidas sobre a aceitação dos julgadores: desvios entre as notas de cada sessão.....	104
Tabela 3.1.	Resumo da opinião dos participantes em relação aos termos propostos.....	124
Tabela 3.2.	Resumo da opinião dos participantes em relação às informações adicionais propostas.....	128
Tabela 4.1.	Fatores das embalagens e seus respectivos níveis em estudo.....	141
Tabela 4.2.	Tratamentos em estudo.....	142
Tabela 4.3.	Codificação dos níveis dos fatores das embalagens.....	149
Tabela 4.4.	Comportamento e conhecimento dos consumidores sobre alimentos irradiados.....	152
Tabela 4.5.	Resumo dos resultados da análise de agrupamento.....	153
Tabela 4.6.	Resumo da análise conjunta de fatores agregada para um grupo formado.....	154
Tabela 4.7.	Resumo da análise conjunta de fatores agregada para dois grupos formados.....	155
Tabela 4.8.	Resumo da análise conjunta de fatores agregada para três grupos formados.....	156
Tabela 4.9.	Resumo dos resultados dos testes da razão de verossimilhança para os modelos completo e reduzidos.....	159
Tabela 4.10.	Resumo da análise de estimação dos coeficientes do modelo por máxima verossimilhança.....	159
Tabela 4.11.	Probabilidades observadas e estimadas pela ANCFE para os tratamentos em estudo.....	161
Tabela 5.1.	Resumo das perguntas presentes no questionário.....	175
Tabela 5.2.	Resultados de algumas perguntas presentes no questionário.....	182
Tabela 5.3.	Resumo das respostas dos participantes divididos quanto ao sexo.....	189

Tabela 5.4.	Resumo das respostas dos participantes divididos quanto à faixa etária.....	191
Tabela 5.5.	Resumo das respostas dos participantes divididos quanto ao estado civil.....	192
Tabela 5.6.	Resumo das respostas dos participantes divididos quanto ao grau de instrução.....	193
Tabela 5.7.	Resumo das respostas dos participantes divididos quanto à renda familiar mensal.....	194

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	Ficha utilizada nos Testes Pareado-Preferência.....	66
Figura 1.2.	Ficha utilizada nos Testes Triangulares.....	67
Figura 1.3.	Ficha utilizada nos Testes Pareado-Diferença.....	69
Figura 1.4.	Proporção de julgadores que prefere a amostra controle para cada dose de radiação em estudo.....	72
Figura 1.5.	Proporção de julgadores que selecionaram a amostra irradiada como a diferente para cada dose de radiação em estudo.....	72
Figura 1.6.	Número de julgadores que indicaram a amostra irradiada como a mais doce.....	75
Figura 2.1.	Ficha utilizada nos testes de aceitação da sessão 1.....	92
Figura 2.2.	Ficha utilizada nos testes de aceitação para as amostras da sessão 2 e para amostra de morango controle da sessão 3.	93
Figura 2.3.	Ficha utilizada no teste de aceitação da amostra irradiada da sessão 3.....	94
Figura 2.4.	Texto explicativo sobre irradiação de alimentos utilizado na sessão 3.....	94
Figura 2.5.	Perfil sociodemográfico dos julgadores e frequência de consumo de morango.....	98
Figura 2.6.	Percentual de consumo dos alimentos citados no questionário.....	99
Figura 2.7.	Frequências das notas hedônicas de impressão global, por classe, para morango não irradiado (a) e para morango irradiado (b), em cada uma das sessões.....	101
Figura 2.8.	Médias das notas hedônicas para cada atributo em cada uma das sessões.....	102
Figura 3.1.	Ordenação da preferência dos participantes pelas informações do método de conservação.....	125
Figura 3.2.	Ordenação da preferência dos participantes pelas informações adicionais propostas.....	129
Figura 4.1.	Exemplos das embalagens em estudo: (a) Tratamento 1; (b) Tratamento 8.....	143
Figura 4.2.	Ficha utilizada para avaliar a intenção de compra das embalagens.....	144
Figura 4.3.	Ficha utilizada para avaliar a escolha da embalagem.....	146
Figura 4.4.	Perfil sociodemográfico dos consumidores.....	150
Figura 4.5.	Resultado das perguntas sobre hábitos de compra e consumo.....	151
Figura 4.6.	Informações observadas pelos consumidores nos rótulos de alimentos e bebidas.....	151
Figura 4.7.	Distribuição das probabilidades observadas e estimadas pela ANCFE para os tratamentos em estudo.....	162
Figura 5.1.	Texto explicativo fornecido aos participantes do estudo após a aplicação do questionário.....	176
Figura 5.2.	Perfil sociodemográfico dos participantes.....	178

Figura 5.3.	Alimentos que causam maior preocupação para os consumidores.....	179
Figura 5.4.	Atitude dos participantes diante de novos produtos (neofobia).....	181
Figura 5.5.	Fontes de informação sobre irradiação de alimentos.....	182
Figura 5.6.	Fatores associados pelos participantes a alimentos irradiados.....	183
Figura 5.7.	Percentual de consumo dos alimentos citados no questionário.....	184
Figura 5.8.	Motivos para não comprar alimentos irradiados.....	186
Figura 5.9.	Comparação do nível de conhecimento com a intenção de compra e preocupação dos participantes do estudo.....	187

## SUMÁRIO

RESUMO .....	xvi
ABSTRACT .....	xviii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. MORANGO .....	5
2.1.1. Etapas de colheita e pós-colheita do morango.....	7
2.1.1.1. Colheita .....	7
2.1.1.2. Seleção.....	7
2.1.1.3. Lavagem e sanitização .....	8
2.1.1.4. Conservação .....	8
2.1.1.4.1. Resfriamento Rápido.....	9
2.1.1.4.2. Atmosfera Modificada.....	9
2.1.1.4.3. Congelamento .....	9
2.1.1.4.4. Métodos alternativos .....	9
2.2. IRRADIAÇÃO.....	10
2.2.1. Evolução histórica.....	10
2.2.2. Efeito sobre micro-organismos.....	14
2.2.3. Efeito sobre o valor nutricional .....	15
2.2.4. Efeito sobre as características sensoriais .....	16
2.2.5. Irradiação de morango .....	18
2.2.6. Aceitação pelos consumidores .....	20
2.2.6.1. Fatores que afetam a aceitação de alimentos irradiados .....	23
2.2.6.1.1. Preocupação com os possíveis riscos e neofobia.....	23
2.2.6.1.2. Confiança nas indústrias de alimentos .....	24
2.2.6.1.3. Preço.....	27
2.2.6.1.4. Conhecimento .....	28
2.2.6.1.5. Disponibilidade no mercado .....	31
2.3. TESTES DE SENSIBILIDADE .....	32
2.3.1. Limiares sensoriais .....	33
2.3.1.1. Limiar de detecção .....	33
2.3.1.2. Limiar de reconhecimento .....	35
2.3.1.3. Limiar de diferença .....	35
2.3.1.4. Limiar terminal .....	35
2.3.1.5. Limiar de rejeição .....	35
2.4. GRUPO DE FOCO ( <i>FOCUS GROUP</i> ) .....	37
2.5. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES (ANCF) .....	39
2.6. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES BASEADA EM ESCOLHAS (ANCFE) .....	43
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

### CAPÍTULO I - DETERMINAÇÃO DOS LIMIARES DE REJEIÇÃO E DETECÇÃO SENSORIAL E INVESTIGAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DE GOSTO DOCE PERCEBIDO E DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MORANGO IRRADIADO

1. INTRODUÇÃO.....	60
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	63

2.1. MATERIAL.....	63
2.2. IRRADIAÇÃO.....	63
2.3. TESTES PRELIMINARES .....	64
2.4. ANÁLISE SENSORIAL .....	65
2.4.1. Julgadores.....	65
2.4.2. Determinação do limiar de rejeição .....	66
2.4.3. Determinação do limiar de detecção .....	67
2.4.4. Teste pareado-diferença para gosto doce.....	68
2.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	69
2.5.1. pH.....	69
2.5.2. Acidez titulável total .....	70
2.5.3. Sólidos solúveis .....	70
2.5.4. Firmeza .....	70
2.5.5. Açúcares redutores .....	70
2.5.6. Açúcares totais .....	71
2.5.7. Açúcares não redutores.....	71
3. RESULTADOS E DICUSSÃO .....	71
3.1. ANÁLISE SENSORIAL .....	71
3.2. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	77
4. CONCLUSÃO .....	78
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

## **CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DA INFORMAÇÃO NA ACEITAÇÃO SENSORIAL DE MORANGO IRRADIADO E EFEITO DA IRRADIAÇÃO NA INATIVAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS NO MORANGO**

1. INTRODUÇÃO.....	85
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	87
2.1. JULGADORES.....	87
2.2. MATERIAL.....	88
2.3. IRRADIAÇÃO.....	88
2.4. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA .....	89
2.4.1. Fungos e leveduras .....	89
2.4.2. Mesófilos aeróbios .....	89
2.4.3. Coliformes totais e termotolerantes .....	90
2.5. ANÁLISE SENSORIAL .....	90
3. RESULTADOS E DICUSSÃO .....	95
3.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA .....	95
3.2. ANÁLISE SENSORIAL .....	97
3.2.1. Características demográficas e conhecimento dos julgadores sobre o processamento de irradiação de alimentos .....	97
3.2.2. Testes de aceitação .....	100
4. CONCLUSÃO .....	108
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108

### **CAPÍTULO III - PERCEPÇÕES E ATITUDES DE BRASILEIROS SOBRE ALIMENTOS IRRADIADOS**

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	114
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	116
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	117
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	132
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	132

### **CAPÍTULO IV - ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES NA AVALIAÇÃO DA INTENÇÃO DE COMPRA E DA ESCOLHA DE EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	138
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	140
2.1. PARTICIPANTES.....	141
2.2. DETERMINAÇÃO DOS FATORES DAS EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO E SEUS RESPECTIVOS NÍVEIS.....	141
2.3. COLETA DE DADOS E ARRANJO EXPERIMENTAL.....	141
2.4. CONFEÇÃO DOS RÓTULOS DAS EMBALAGENS.....	142
2.5. AVALIAÇÃO DAS EMBALAGENS CONTENDO OS RÓTULOS CONFECCIONADOS (TRATAMENTOS).....	144
2.5.1. Análise conjunta de fatores (ANCF).....	144
2.5.2. Análise conjunta de fatores baseada em escolhas (ANCFE)..	145
2.6. ANÁLISE DOS DADOS.....	146
2.6.1. Análise conjunta de fatores (ANCF).....	146
2.6.2. Análise conjunta de fatores baseada em escolhas (ANCFE)..	148
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	150
3.1. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL DOS CONSUMIDORES PARTICIPANTES.....	150
3.2. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES (ANCF).....	152
3.2.1. Análise de agrupamento.....	152
3.2.2. Análise agregada.....	153
3.3. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES BASEADA EM ESCOLHAS (ANCFE).....	158
3.4. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS POR MEIO DA ANCF E DA ANCFE.....	163
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	166
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	167

### **CAPÍTULO V - PENSAMENTOS, COMPORTAMENTOS E PERFIL DOS CONSUMIDORES EM RELAÇÃO À IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE**

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	172
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	174
<b>3. RESULTADOS E DICUSSÃO</b> .....	177
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	195
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	195

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	199
<b>ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL UTILIZADO NO ESTUDO DE ACEITAÇÃO DE MORANGO</b> .....	201
<b>ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO DEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL APLICADO AOS PARTICIPANTES DAS SESSÕES DE GRUPO DE FOCO E DO ESTUDO COM EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO</b> .....	202
<b>ANEXO 3 - ROTEIRO DE PERGUNTAS UTILIZADO NAS SESSÕES DE GRUPO DE FOCO</b> .....	203
<b>ANEXO 4 - DELINEAMENTO DE APRESENTAÇÃO DOS TRATAMENTOS NO ESTUDO DE EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO</b> .....	204
<b>ANEXO 5 - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL UTILIZADO NA PESQUISA DE OPINIÃO COM CONSUMIDORES DE ALEGRE – ES</b> .....	205



## RESUMO

LIMA FILHO, Tarcísio. **Irradiação de morangos: limiares de rejeição e detecção sensorial e impacto da tecnologia de conservação sobre a aceitação e as percepções dos consumidores**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc. Suzana Maria Della Lucia. Coorientador: Prof. DSc. Joel Camilo Souza Carneiro.

Recentemente têm ocorrido inúmeros surtos de doenças devido ao consumo de frutas e hortaliças *in natura* ou minimamente processadas contaminadas com micro-organismos patogênicos. O morango é uma das frutas que tem apresentado tais contaminações, além de possuir curta vida de prateleira devido à deterioração por fungos. Diante de tais problemas, especialistas em conservação de alimentos têm sugerido a utilização da irradiação, método de conservação não térmico que elimina insetos, pragas e micro-organismos patogênicos e deterioradores e retarda a maturação, brotamento e envelhecimento de frutas e hortaliças. Apesar de ser bem aceito cientificamente como um ótimo método de conservação e sua utilização ser permitida e regulamentada em diversos países, a utilização comercial da irradiação tem sido limitada pela rejeição dos consumidores. Diante deste contexto, objetivou-se, neste estudo, determinar as doses de radiação a partir das quais começam a ocorrer rejeição sensorial pelo consumidor e detecção das alterações sensoriais causadas pela irradiação do morango; investigar a aceitação sensorial por morangos irradiados; a influência de características não sensoriais na atitude dos consumidores; alterações sensoriais, físico-químicas e microbiológicas causadas pela irradiação de morango; os fatores da embalagem de morango irradiado de maior influência na avaliação do consumidor e a embalagem ideal de morango irradiado; e os pensamentos, comportamentos e perfil dos consumidores em relação a alimentos irradiados. Por meio de testes pareado-preferência dentro do método de estímulo constante da metodologia de limiar, determinou-se o limiar de rejeição como sendo a dose de 3,6 kGy para morango, o qual foi bem superior ao limiar de detecção obtido (0,405 kGy). Por meio de análises microbiológicas constatou-se que a dose de 3,6 kGy é efetiva na diminuição da carga microbiana de fungos, mesófilos aeróbios e coliformes totais e termotolerantes até 15 dias de armazenamento. Os resultados das análises físico-químicas sugeriram que a irradiação do morango não causa grandes alterações de acidez titulável total, pH, sólidos solúveis e açúcares totais. Porém, tais resultados também sugeriram que o morango irradiado a 4 kGy pode apresentar maior teor de açúcares redutores do que morangos não irradiado ou irradiados em menores doses; e que a firmeza do morango diminui com o aumento da dose de radiação. Testes pareado-diferença para gosto doce demonstraram que a utilização de maiores doses de radiação (4 kGy) acarretam em morangos com maior intensidade de gosto doce perceptível. A realização de três sessões de testes de aceitação (teste cego, teste com informação do tratamento e teste com informação do tratamento e texto informativo sobre irradiação), entre o morango controle (não irradiado) e o irradiado na dose de 3,6 kGy, demonstrou que ocorreu diferença significativa entre o morango controle e o morango

irradiado no teste cego; a informação do tratamento gerou influência negativa na aceitação dos consumidores e, de posse de um texto com informações sobre o processo de irradiação, a aceitação dos consumidores por morango irradiado a 3,6 kGy aumentou e não diferiu da aceitação do morango controle. Os resultados da Análise Conjunta de Fatores (ANCF) e da Análise Conjunta de Fatores Baseada em Escolhas (ANCFE) demonstraram que os fatores informação adicional e símbolo radura (símbolo de alimento irradiado) possuem grande influência na avaliação dos consumidores. Já o fator informação do método de conservação não apresentou influência significativa ( $p < 0,001$ ) na escolha dos consumidores. Entretanto, para uma parcela de consumidores ( $n = 8$ ), a presença, na embalagem, da informação de tratamento “alimento tratado por processo de ionização” é primordial para uma maior intenção de compra do produto; e a embalagem contendo tal informação foi a que obteve maior probabilidade de escolha na ANCFE. Dessa forma, a embalagem ideal para morango irradiado deve apresentar as informações “alimento tratado por processo de ionização”, “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura. Vale lembrar que a legislação brasileira determina que o termo “irradiação” esteja presente na parte frontal da embalagem de produtos irradiados; contudo, foi demonstrado no presente estudo que uma parcela da população possui grande rejeição por este termo, preferindo o termo “ionização”. Por meio de aplicação de questionário sociodemográfico e comportamental verificou-se que a maioria dos consumidores entrevistados é neofóbica, possui baixo conhecimento sobre o processo de irradiação, está preocupada com a utilização deste método de conservação e possui pequena intenção de compra por alimentos irradiados. Foi verificado, também, que os consumidores que possuem conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos tendem a comprar alimentos irradiados e que pessoas com menor idade, solteiras, com maior grau de instrução e maior renda familiar mensal tendem a ter um maior conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos, menor preocupação quanto a sua utilização e maior intenção de compra por alimentos irradiados. Como uma visão geral deste estudo, foi possível determinar uma dose de radiação que servirá de parâmetro para indústrias ou produtores que irradiam ou pretendem irradiar morangos. Além disso, foi possível fornecer informações sobre os pensamentos e comportamentos dos consumidores sobre alimentos irradiados, dados que serão úteis na adoção de estratégias visando ao aumento da aceitação por alimentos irradiados.

**Palavras-chave:** irradiação de alimentos, morango irradiado, características não sensoriais.

## ABSTRACT

LIMA FILHO, Tarcísio. **Strawberry irradiation: determination of detection threshold and consumer rejection threshold and the impact of preservation technology on consumers' acceptance and perceptions.** 2013. Dissertation (Master's degree in Food Science and Technology) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Adviser: Prof. DSc. Suzana Maria Della Lucia. Co-adviser: Prof. DSc. Joel Camilo Souza Carneiro.

Recently there have been numerous outbreaks of disease due to consumption of raw or minimally processed fruits and vegetables contaminated with pathogenic microorganisms. Strawberry is a fruit that has presented such contamination and, besides, it has a short shelf life due to fungal rot. Faced with such problems, experts in food preservation have suggested the use of irradiation, a non-thermal preservation method that eliminates insects, pests and pathogens and spoilage microorganisms and delays ripening, budding and aging of fruits and vegetables. Despite being accepted scientifically as a great conservation method and its use being permitted and regulated in many countries, the commercial use of irradiation has been limited by the rejection of consumers. Given this context, the aim of this study was to determine the radiation doses from which begin to occur rejection by the consumer and detection of sensory changes caused by irradiation of strawberry; to investigate the sensory acceptance of irradiated strawberries; the influence of non-sensory characteristics on consumer attitudes; the sensory, physicochemical and microbiological changes caused by irradiation of strawberry; the most important factors of irradiated strawberry packaging to the consumer and the ideal packaging for irradiated strawberry; and the thoughts, behavior and profile of consumers in relation to irradiated food. By preference paired testing in the method of constant stimuli, the dose of 3.6 kGy was determined as the consumer rejection threshold of irradiated strawberry; it was higher than the calculated detection threshold (0.405 kGy). By analyzing microbiological and physico-chemical characteristics it was found that the dose of 3.6 kGy is effective in reducing the microbial load of fungi, mesophilic and coliforms up to 15 days of storage. The results of physicochemical analyzes suggested that irradiation of strawberries do not cause great changes in total titratable acidity, pH, soluble solids and sugars. However, the results also suggested that the irradiated strawberry at 4 kGy may have a higher content of reducing sugars than non-irradiated or irradiated strawberries at lower doses; and that strawberry firmness decreased with the increase of irradiation dose. Paired comparison test for sweet taste showed that the use of higher doses of irradiation (4 kGy) caused greater intensity of perceived sweetness on strawberries. The three sessions of acceptance tests (blind test, test with treatment information given to strawberry and test with information of treatment given to strawberry and a text explaining the irradiation process), of the control strawberry (non-irradiated) and the irradiated strawberry at a dose of 3.6 kGy showed that there is significant difference between the samples in the blind test; treatment information generated negative influence on consumer acceptance and that consumer acceptance of irradiated strawberries at 3.6 kGy increased in the presence of a text with information about the irradiation process, and it

did not differ from the acceptance of the control strawberry. The results obtained with the ratings-based conjoint analysis and choice-based conjoint analysis, in which 144 consumers participated, demonstrated that factors additional information and radura symbol (symbol of irradiated food) have great influence on the evaluation of consumers. The factor information of the preservation method showed no significant influence ( $p < 0.001$ ) in consumer choice. However, for a part of the consumers ( $n = 8$ ), the presence on the packaging of the information "food treated by ionization process" is primordial to a greater intent to purchase; and packaging containing such information was the one that obtained the highest choice probability. Thus, the ideal packaging for irradiated strawberry must include the information "food treated by ionization process", the additional information "to ensure freshness and quality for longer" and the presence of radura symbol (symbol of irradiated food). Brazilian law determines the presence of the term "irradiation" on the front of the packaging of irradiated products; however this study demonstrated that a part of the population has rejected this term, preferring the term "ionization". By applying a behavioral and sociodemographic questionnaire it was observed that the majority of consumers is neofobic, has little knowledge about the irradiation process, is concerned about the use of this method of preservation and has low purchase intent for irradiated foods. We also verified that consumers that have knowledge about the process of food irradiation tend to buy irradiated foods; and that young people, single, with higher levels of education and higher family income tend to have greater knowledge about the process of food irradiation, and that they are less concerned about the use of this technology and have higher purchase intention for irradiated food. As an overview of this study, it was possible to determine a dose of radiation that will serve as a guideline for producers and industries that market or intend to market irradiated strawberries. Moreover, it was possible to provide information about the thoughts and behaviors of consumers about irradiated food, and that these data will be useful in adopting strategies aimed at increasing the acceptance of irradiated food.

**Keywords:** food irradiation, strawberry irradiation, non-sensory characteristics.

## 1. INTRODUÇÃO

As crescentes ações dos órgãos de saúde pública visando a uma alimentação mais saudável em conjunto com a ampliação da classe média e a maior difusão de informações têm mudado os hábitos alimentares dos consumidores e gerado maior demanda por alimentos frescos e minimamente processados (CONSEA, 2005; PNAN, 2009; SILVEIRA et al., 2011). Entretanto, alimentos frescos nem sempre são garantia de serem alimentos seguros. Pelo contrário, a eliminação ou realização inadequada de etapas de processamento tem acarretado inúmeros surtos de doenças veiculadas por alimentos e demandado novas técnicas para obter alimentos frescos microbiologicamente seguros.

O morango (*Fragaria ssp.*) é um exemplo de fruta que tem apresentado crescente demanda pelos consumidores e que enfrenta problemas de conservação. O morango é considerado um dos frutos de maior importância entre as frutas pequenas, uma vez que possui sabor atrativo, alta produtividade e alto valor comercial, principalmente no mercado *in natura* (FRANÇOSO et al., 2008). Entretanto, o morango possui curta vida de prateleira, e as perdas durante o armazenamento podem atingir até 40 % (VACHON et al., 2003). Uma das principais causas dessa pequena vida de prateleira é a deterioração do morango por fungos. A etapa de sanitização utilizando água clorada em frutas e hortaliças é recomendada para eliminação de micro-organismos, contudo, o contato do morango com a água pode diminuir sua vida de prateleira, demandando outro método para tal finalidade (CENCI, 2006). Além dessas, a conservação do morango por técnicas convencionais têm demonstrado outras fragilidades; recentemente, surtos de *E. coli* têm sido causados pelo consumo de morangos contaminados (CDC, 2010; FALKENSTEIN, 2011; GOETZ, 2011).

A irradiação de alimentos tem sido apontada como possível solução para eliminar micro-organismos deterioradores e patogênicos de frutas e hortaliças sem alterar drasticamente suas características sensoriais e nutricionais, possibilitando, dessa forma, a oferta de alimentos com maior vida

de prateleira e microbiologicamente mais seguros (PREVOR, 2007; LYNCH et al., 2009; FAO/IAEA, 2012; LIMA FILHO et al., 2012).

A irradiação impede a divisão das células vivas como bactérias, fungos e organismos superiores, pois altera suas estruturas moleculares, induz alterações bioquímicas nos processos fisiológicos dos tecidos de alguns vegetais, retardando a sua maturação, envelhecimento e brotamento (DEL MASTRO, 1999). Além disso, é bastante eficaz contra insetos e ácaros na desinfestação de frutas e hortaliças (FOLLETTI e ARMSTRONG, 2004; FELLOWS, 2006) e pode possibilitar o ganho de novos mercados, ajudando produtores a atender às exigências das barreiras fitossanitárias impostas por países importadores (RAGA, 1996; OLIVEIRA, 2000). Recentemente, o Brasil aprovou a Instrução Normativa nº 9, de 24 de fevereiro de 2011 (BRASIL, 2011), que disciplina a aplicação da irradiação no tratamento fitossanitário no país, visando, entre outros aspectos, ao aumento da exportação de frutas para os Estados Unidos (BRASIL, 2005; BRASIL, 2006).

Estudos têm demonstrado que a irradiação pode eliminar micro-organismos patogênicos e estender a vida de prateleira do morango em mais de uma semana (ZEGOTA, 1988; THOMAS, 1993). Entretanto, a demanda por morangos irradiados depende da sua aceitação sensorial e da aceitação da tecnologia de irradiação pelos consumidores.

Os alimentos podem apresentar alterações sensoriais e nutricionais indesejadas a partir de determinadas doses de radiação e tais alterações variam em função do alimento e da dose, não existindo uma única dose ideal para todos os alimentos. Dessa forma, torna-se necessário investigar a dose a partir da qual começa a ocorrer rejeição sensorial do morango pelo consumidor. Este tipo de estudo pode ser realizado utilizando a metodologia de *consumer rejection threshold* (aqui denominado de limiar de rejeição pelo consumidor, ou LRC) proposta por Prescott et al. (2005). Este novo conceito baseia-se em avaliar a preferência dos consumidores utilizando-se testes pareado-preferência dentro do método de estímulo constante da metodologia de limiar.

Além do problema com a aceitação sensorial, a tecnologia de irradiação sofre rejeição de parte dos consumidores, que acham difícil avaliar

seus benefícios e, ou, são mal informados. Este tipo de problema limita a utilização comercial da irradiação em alimentos, mesmo sendo cientificamente aceita como um ótimo método de conservação e permitida por diversos países (ORNELLAS et al., 2006). Inúmeros estudos têm documentado a rejeição de uma parcela da população por alimentos irradiados (GUNES e TEKIN, 2006; JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011; CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012; EUSTICE e BRUHN, 2013).

O caso da irradiação de alimentos demonstra que as atitudes e as crenças dos consumidores perante um alimento não são formadas somente pelas suas características sensoriais, mas, também, por características não sensoriais, como a comunicação ao redor do produto, pelas características do ambiente em que o consumidor e o alimento estão inseridos e pelo conhecimento advindo de informações contidas nas embalagens dos produtos (DELLA LUCIA et al., 2010a).

Sessões de aceitação com Teste Cego e Teste com Informação, sessões de grupo de foco (*focus group*), análise conjunta de fatores (*conjoint analysis*), análise conjunta de fatores baseada em escolhas (*choice-based conjoint analysis*) e aplicação de questionários sociodemográficos e comportamentais são ferramentas que podem auxiliar na elucidação do comportamento e pensamentos dos consumidores perante alimentos irradiados e na investigação dos fatores não sensoriais que exercem influência na aceitação do consumidor pelo processo de irradiação (CARNEIRO et al. 2010, DELLA LUCIA et al., 2010a; DELLA LUCIA e MINIM, 2010).

As sessões de aceitação, com Teste Cego e Teste com Informação, permitem verificar a influência de características não sensoriais na aceitação de produtos irradiados; a aplicação de questionário comportamental e a realização de sessões de grupo de foco com consumidores são métodos que podem ser utilizados a fim de investigar e conhecer as atitudes, opiniões, conhecimentos e pensamentos de consumidores sobre alimentos irradiados; e a análise conjunta de fatores e a análise conjunta de fatores baseada em escolhas são ferramentas estatísticas que possibilitam avaliar e quantificar o efeito de fatores da embalagem de alimento irradiado na intenção de compra e

na escolha do produto feita pelo consumidor (CARNEIRO et al. 2010, DELLA LUCIA et al., 2010a; DELLA LUCIA e MINIM, 2010).

As informações obtidas com a aplicação de tais ferramentas são de grande utilidade para indústrias que comercializam ou pretendem comercializar alimentos irradiados. A obtenção de dados que auxiliem na solução de problemas enfrentados pelo uso da irradiação de alimentos, como a rejeição sensorial e pela tecnologia de irradiação, pode incentivar a maior utilização da irradiação como método de conservação pelas indústrias de alimentos, contribuindo, conseqüentemente, na diminuição da frequência de surtos de doenças veiculadas por alimentos e perdas na sua cadeia produtiva, principalmente de alimentos muito perecíveis, como o morango.

Portanto, o objetivo deste estudo foi: a) determinar as doses de radiação a partir das quais começam a ocorrer rejeição sensorial pelo consumidor e detecção das alterações sensoriais causadas pela irradiação do morango; b) investigar a aceitação sensorial por morangos irradiados e a influência de características não sensoriais na atitude e no comportamento dos consumidores; c) estudar as alterações sensoriais, físico-químicas e microbiológicas causadas pela irradiação de morango; d) investigar a embalagem ideal para morango irradiado; e e) estudar os pensamentos, comportamentos e perfil dos consumidores em relação a alimentos irradiados.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. MORANGO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), pertence à família Rosaceae e é uma combinação de duas espécies originárias das Américas, a *F. chiloensis* e *F. virginiana* (EMBRAPA, 1993). Seu pseudofruto, o morango, possui uma coloração avermelhada, sabor típico, textura macia e é uma rica fonte de antioxidantes, fibras, vitaminas A e C e de minerais, tais como potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, entre outros (MORAIS et al., 2008; ROCHA et al., 2008).

O morango ocupa o quinto lugar entre as frutas preferidas pelos norte-americanos, sendo consumida por 94 % das famílias do país. Além disso, 53 % das crianças entre sete e nove anos de idade declararam que o morango é sua fruta preferida (AGRICULTURAL MARKETING RESOURCE CENTER, 2012; UNIVERSITY OF ILLINOIS EXTENSION, 2013).

O consumo e a produção de morango têm crescido significativamente nas últimas décadas. Em 2011, foram produzidas 4.594.540 toneladas de morango em todo o mundo. Cerca de 80 % de toda a produção é destinada ao mercado da fruta *in natura* (AGRICULTURAL MARKETING RESOURCE CENTER, 2012). Os Estados Unidos é o maior produtor mundial de morango (1.312.960 t), sendo responsável por cerca de 30 % da produção, seguido da Espanha (11 %) e Turquia (7 %). Em 2010, os maiores exportadores e importadores eram Espanha (360.204 t) e Canadá (111.168 t), respectivamente (FAO, 2011).

A implementação inicial da cultura do morango no Brasil é desconhecida. Há relatos de que, por volta do século 20, houve um apoio à produção nas regiões do Rio Grande do Sul. Entretanto, foi em São Paulo, a partir de 1960, que as lavouras foram ampliadas, devido à utilização de novas técnicas de cultivo e ao desenvolvimento de cultivares mais adaptadas ao clima e solo da região (EMBRAPA, 2005). Atualmente, as principais cultivares utilizadas para industrialização são Santa Clara, Burlkey e Dover; para comercialização *in natura* são utilizadas a Tangi, Campinas, Osogrande, Tudla,

Selva, Camino Real e Seascape; e a cultivar Vila Nova é utilizada para ambas finalidades (EMBRAPA, 2005).

Em 2007, a produção brasileira era de aproximadamente 100 mil toneladas, com a maior parte voltada para o mercado interno. Cerca de 70 % da produção era comercializada na forma *in natura* e o restante da produção era destinada à produção de sorvetes, geleias, doces e outros produtos (MADAIL et al, 2007; COELHO JÚNIOR, 2009). Em 2007, o Estado de Minas Gerais era o maior produtor nacional, com produção de 33 mil toneladas anuais, seguido de São Paulo, com 31 mil, e Rio Grande do Sul, 16 mil (MADAIL et al, 2007; MADAIL, 2008). No Brasil, a produção de morango não é monitorada e quantificada todo ano, o que limita a obtenção de informações mais recentes sobre a produção.

Segundo dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), em 2010, o Estado do Espírito Santo produzia cerca de 6 mil toneladas de morango por ano, injetando 5 milhões de reais na economia do estado e gerando aproximadamente 2.500 empregos diretos. Cerca de 70% da produção capixaba é comercializada com a região Nordeste brasileira, principalmente Pernambuco e Bahia. O município de Santa Maria de Jetibá é o maior produtor de morango do estado, com 375.640 kg comercializados no CEASA/ES (Central de Abastecimento do Espírito Santo) em 2012, seguido de Domingos Martins, com 107.547 kg. Deve-se destacar também Venda Nova do Imigrante, Marechal Floriano e Castelo (INCAPER, 2010; SEAG, 2011; CEASA/ES, 2012). Para o final de 2011, a estimativa era de alcançar 10 mil toneladas. Além da produtividade, o sabor e a qualidade do fruto capixaba têm se destacado, o que sugere que a produção e a comercialização tendem a aumentar. O Espírito Santo tem conquistado cada vez mais destaque nacional, estando entre os quatro estados maiores produtores de morango do país. A principal razão para essas conquistas pode ser a proximidade entre técnicos do INCAPER, produtores de morango e associações (SENAR, 2011).

Com o objetivo de desenvolver ações e potencializar a produção de morango nas regiões do estado, o Governo do Espírito Santo realizou parcerias junto ao INCAPER e ao SEAG (Secretaria de Agricultura, Abastecimento,

Aquicultura e Pesca) visando implementar o Polo do Morango do Espírito Santo, com participação, principalmente, dos municípios da região das Montanhas Capixabas, como Santa Maria de Jetibá, Domingos Martins, Venda Nova do Imigrante e Castelo. Dessa forma, foi possível melhorar a organização dos agricultores e facilitar a comercialização e a assistência técnica ao produtor. Outras formas de apoio foram a criação do programa de monitoramento de lavouras, a introdução de cultivares mais produtivas, o treinamento e a capacitação de técnicos produtores, o cadastro dos produtores e a criação de um selo ("Morangos das Montanhas do Espírito Santo - Qualidade com Responsabilidade"). O selo foi utilizado como certificado de rastreabilidade do produto, com adesão de 90% dos produtores. Tais iniciativas ajudaram os produtores capixabas a fornecer morangos que atendem a todas as características exigidas pelo consumidor e, dessa forma, a produção e comercialização têm crescido no estado (HENZ, 2010; INCAPER, 2010).

### **2.1.1. Etapas de colheita e pós-colheita do morango**

#### 2.1.1.1. Colheita

A colheita do morango é uma das operações mais delicadas e importantes do ciclo da cultura. Ela começa entre 60 e 80 dias após o plantio das mudas, podendo durar de 4 a 6 meses. Para se obter um ponto de maturação uniforme, a colheita pode ser feita diariamente ou no máximo em intervalos de três dias, dependendo das condições climáticas, pois não é recomendado realizá-la em horários muito quentes e nem em dias chuvosos e com muito orvalho. De modo geral, o fruto deve ter de 50% a 75% da superfície de cor vermelho-brilhante, quando destinado para consumo fresco. (EMBRAPA, 2005).

#### 2.1.1.2. Seleção

É de grande importância a seleção das frutas, eliminando sujidades, frutas deformadas, muito maduras e contaminadas por fungos e insetos. Os frutos direcionados para a industrialização devem estar completamente maduros, enquanto para comercialização *in natura* eles devem ser retirados com

o cálice, pois ajuda na conservação, além de estarem 50 % a 75 % maduros. O parâmetro utilizado para determinar o momento ideal para colheita é a cor, ou seja, os frutos devem apresentar de 50 % a 75% de cor vermelho-brilhante (EMBRAPA, 2005; BRASIL 2007).

#### 2.1.1.3. Lavagem e sanitização

A lavagem deve ser realizada com água isenta de contaminantes com o objetivo de eliminar sujidades do morango. A sanitização consiste em imergir o morango em água resfriada (5°C a 8°C) com solução de 150 µL de cloro ativo por litro de água (150 ppm) durante 10 minutos, com o objetivo de eliminar micro-organismos patogênicos e deterioradores (principalmente fungos). Após a sanitização deve ser realizado o enxágue com água clorada a 5 ppm e na temperatura entre 0°C e 5°C, visando à eliminação do excesso de cloro (BRASIL, 2007).

Apesar de a lavagem e a sanitização serem etapas recomendadas para a maioria das frutas e hortaliças, sua realização depende da capacidade do produto resistir à água. De acordo com Cenci (2006), algumas frutas, como o morango, apresentam natureza delicada e grande superfície de contato com a água, resultando em menor vida de prateleira depois de umectados. Dessa forma, para o morango, devem-se utilizar tratamentos alternativos para higienização, como uso de escovas e jatos de ar. Entretanto, o autor não comenta, mas também é necessário um processamento alternativo para a etapa de sanitização, que garanta a eliminação dos micro-organismos patogênicos e deterioradores sem que seja necessária a utilização de solução de cloro.

#### 2.1.1.4. Conservação

O morango em temperatura ambiente apresenta alta perecibilidade pós-colheita, devido a sua elevada taxa respiratória, em que o aumento de 10°C da temperatura quadruplica a sua produção de CO<sub>2</sub>. Outros motivos que também influenciam a deterioração do morango são sua grande produção de etileno e sua facilidade ao desenvolvimento de micro-organismos patogênicos e deterioradores (CALEGARO et al., 2002; DONAZZOLO et al., 2003;

MALGARIM et al. , 2006). Tais fatores fazem com que o morango tenha uma vida de prateleira relativamente curta, além de perdas de cor e de sabor. Para contornar estes problemas utilizam-se métodos de conservação pós-colheita (EMBRAPA, 2005).

#### 2.1.1.4.1. Resfriamento Rápido

O resfriamento rápido consiste na rápida perda de calor pela fruta, de 25°C até 5°C, em túneis de resfriamento ou câmaras específicas. Esse procedimento aumenta a firmeza do fruto e diminui seu metabolismo, controlando sua taxa respiratória, atividade enzimática e transpiração (BRASIL, 2007).

#### 2.1.1.4.2. Atmosfera Modificada

Altera-se a atmosfera para que ela apresente concentrações de 5 % a 10% de O<sub>2</sub> e 15 % a 20% de CO<sub>2</sub>, porque assim se evita a perda de cor e da firmeza do fruto, reduz-se a taxa respiratória, a produção de etileno e também o crescimento fúngico (EMBRAPA, 2005).

#### 2.1.1.4.3. Congelamento

Quanto mais rápido o morango for congelado, menores são os danos causados a sua estrutura, como textura, sabor e aroma. A utilização do congelamento permite um maior controle das exigências dos comerciantes, por ser um produto de grande flexibilidade, porém tem como desvantagens a perda das características sensoriais da fruta *in natura* e as dificuldades na sua estocagem e transporte, que devem ser realizados sob temperatura de congelamento (EMBRAPA, 2005).

#### 2.1.1.4.4. Métodos alternativos

A fim de controlar perdas e garantir a oferta de morangos mais seguros, várias pesquisas têm sido realizadas com o intuito de estudar diferentes métodos de conservação. Um método que se mostrou eficiente para controlar a contaminação microbiológica e que pode ser utilizado em substituição à sanitização com cloro é a irradiação.

## 2.2. IRRADIAÇÃO

Atualmente, tem sido crescente a procura por alimentos com características mais próximas das naturais, além de uma maior preocupação, dos consumidores, com a qualidade e segurança do alimento. Os métodos térmicos de conservação são eficientes para promover a estabilidade dos alimentos, porém apresentam as desvantagens de provocar alterações sensoriais e nutricionais indesejáveis em produtos como frutas e hortaliças. Nesse contexto, surgiram os tratamentos não térmicos de alimentos, objetivando a obtenção de produtos seguros sem alteração significativa das características sensoriais e nutrientes dos alimentos (ZHONG *et al.*, 2005).

A irradiação é uma dessas técnicas de processamento não térmico que vem sendo utilizada na conservação de frutas e hortaliças. As radiações com comprimento de ondas mais curto, principalmente os raios gama, partículas beta, partículas alfa, raios X e raios cósmicos apresentam maior eficiência na conservação de alimentos, por serem mais nocivas aos micro-organismos (FRANCO e LANDGRAF, 2008). Esta técnica apresenta a vantagem de ser eficiente na eliminação de micro-organismos patogênicos e deterioradores e poder ser aplicada em alimentos sólidos e líquidos já embalados, evitando a recontaminação pós-tratamento. Além disso, quando doses de radiação controladas são administradas, as alterações nas características nutricionais e sensoriais do alimento são mínimas (HERNANDES *et al.*, 2003; FELLOWS, 2006).

### 2.2.1. Evolução histórica

Embora a irradiação de alimentos pareça ser tecnologia recente, as pesquisas iniciaram-se com a descoberta dos raios-X por Roentgen em 1895, e da radioatividade por Bercquerel em 1896. Já em 1905 surgiu a primeira patente sobre tratamento de alimentos, principalmente de cereais, com raios alfa, beta e gama oriundos de substância radioativa. Schwartz, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (EUA), sugeriu a

utilização de raios X em carne de porco para inativação de triquinias em 1921 (DIEHL, 2002; LIMA FILHO et al., 2012).

Nos EUA, durante a década de 50, foi lançada a campanha “Átomos para Paz” para mostrar ao mundo os benefícios da energia atômica. A partir desse programa foram fomentados estudos na área de irradiação de alimentos, sendo o Departamento Médico das Forças Armadas Americanas pioneiro nessas pesquisas. Países como a França, a Alemanha, o Canadá e a União Soviética também realizaram estudos na área (SENDRA, 1996; LIMA FILHO et al., 2012).

Em 1957, na Alemanha, ocorreu a primeira utilização comercial da irradiação em alimentos, quando uma indústria de especiarias empregou feixe de elétrons para melhorar a qualidade higiênica de seus produtos. No entanto, vários órgãos de saúde de diversos países hesitavam em conceder permissão para comercialização de produtos irradiados. A inexistência de estudos mais aprofundados representava o principal obstáculo para a utilização comercial da irradiação em alimentos (DIEHL, 2002; LIMA FILHO et al., 2012).

Várias pesquisas e seus resultados foram avaliados pelo Comitê Misto de Especialistas em Irradiação de Alimentos (CMEIA), convocado pela Food and Agriculture Organization (FAO), pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Esse Comitê concluiu, em 1980, que a irradiação de qualquer alimento não apresenta riscos toxicológicos, problemas microbiológicos ou nutricionais, desde que respeitada a dose limite de 10 kGy (WHO, 1981). Com base nessa afirmação, o Codex Alimentarius Commission adotou, em 1983, padrões mundiais quanto à irradiação de alimentos para proteger a saúde do consumidor e facilitar o mercado internacional. A partir de então, tem sido crescente o número de países que permitem a utilização da irradiação em alimentos (DIEHL, 2002; LIMA FILHO et al., 2012).

Em 1997, um grupo de estudos composto por representantes da FAO, IAEA e OMS examinou os resultados obtidos com a irradiação de alimentos em doses acima de 10kGy. Foi observado que poucos alimentos toleram doses acima desse valor sem perda de qualidade. Por outro lado, testes utilizando doses de até 70 kGy na alimentação de animais não demonstraram acarretar

danos à saúde. Para o referido grupo de estudo, alimentos irradiados com qualquer dose adequada para se atingir o objetivo tecnológico são seguros e nutricionalmente adequados (WHO, 1999; LIMA FILHO et al., 2012).

Em 1986, especiarias irradiadas começaram a ser comercializadas nos Estados Unidos (EUSTICE e BRUHN, 2013). A comercialização de alimentos irradiados aumentou significativamente durante a década de 1990. Nos Estados Unidos, principalmente na Flórida e em alguns estados do centro-oeste, mercados de atacado e varejo passaram a vender frutas e hortaliças irradiadas no início de 1990 (GMA, 2009). A produção e comércio de especiarias irradiadas aumentaram de cerca de 5.000 t em 1990 para mais de 30.000 t em 1994 e mais de 60.000 t em 1997 (ICGFI, 1999). Entre 1990 e 1995, 36.190 t de produtos irradiados foram comercializados na China; destes 28.500 t eram de alho, 2.100 t de vegetais desidratados, 950 t de produtos cárneos, 920 t de especiarias e temperos, 850 t de arroz, 200 t de cebola, 150 t de batata, 80 t de maçãs, 40 t de tomate e 850 t de outros alimentos (BRUHN, 1999).

Em 2003, quase 20 cadeias de supermercados forneciam carne irradiada para os seus clientes em cerca de 30 estados em todo os Estados Unidos e duas cadeias de grandes restaurantes ofereciam produtos cárneos irradiados em 145 estabelecimentos (USDA, 2003).

Atualmente, os países que mais consomem alimentos irradiados no mundo são China, Estados Unidos e Ucrânia, sendo responsáveis por 75 % da quantidade total de alimentos irradiados. A China é o maior entre eles, possuindo mais de 200 instalações em todo o seu território (EFSA, 2011). Em 2011, sete a oito mil toneladas de carne bovina moída e frango irradiados e 13 a 16 mil toneladas de frutas e hortaliças irradiadas foram comercializados nos Estados Unidos (EUSTICE e BRUHN, 2013).

Atualmente, no mundo, cerca de 500 mil toneladas de alimentos são irradiadas a cada ano (MOSTAFAVI et al., 2012). As especiarias, ervas e temperos vegetais secos constituem a maior categoria de alimentos irradiados no mundo; só nos Estados Unidos, cerca de 80 mil toneladas destes produtos foram irradiados em 2007, representando aproximadamente 20 % do seu consumo total (GMA, 2009). Em 2011, um terço de todas as especiarias já era



irradiado nos Estados Unidos (USDA, 2011). No Brasil, as especiarias ainda são os únicos alimentos irradiados comercialmente (SILVA e ROZA, 2010).

Apesar de inúmeros estudos comprovarem a segurança da irradiação de alimentos, essa tecnologia sofreu oposição de grupos de ativistas e de pessoas receosas quanto ao consumo de alimentos irradiados, principalmente na União Européia, o que diminuiu sua utilização pelas indústrias (DeRUITER e DWYER, 2002; ORNELLAS et al., 2006). Até 2002, no entanto, 42 países já haviam aprovado a utilização da irradiação em grande variedade de alimentos (DIEHL, 2002). Em 2011, mais de 60 países contavam com regulamentos que permitem a irradiação de pelo menos um alimento (FAO/IAEA, 2011).

Desde 1973 o Brasil está entre os países que permitem a utilização da irradiação em alimentos; as especiarias e temperos vegetais secos são os alimentos mais comumente irradiados (BEHRENS et al., 2009). Em 2001, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Nacional) aprovou, mediante a RDC n. 21 de 26 de janeiro de 2001, o regulamento técnico para irradiação de alimentos, estabelecendo que qualquer alimento pode ser tratado por radiação desde que a dose mínima absorvida seja suficiente para atender à finalidade pretendida e a dose máxima absorvida seja inferior àquela que possa comprometer as propriedades funcionais e, ou os atributos sensoriais do alimento, não sendo estipulado valor numérico máximo para a dose permitida (BRASIL, 2001). Recentemente, foi aprovada a Instrução Normativa nº 9, de 24 de fevereiro de 2011 (BRASIL, 2011), que disciplina a aplicação da irradiação no tratamento fitossanitário no país, visando, entre outros aspectos, ao aumento da exportação de frutas para os Estados Unidos (BRASIL, 2005; BRASIL, 2006).

Apesar da aprovação e do controle do emprego da irradiação, diversas barreiras ainda persistem e impedem que os alimentos irradiados alcancem completa comercialização. As principais barreiras não são de natureza técnica ou científica, mas relacionadas ao custo inicial para sua utilização e à aceitação pelo consumidor. Assim, apesar de cientificamente aceito como excelente método de conservação de alimentos, o progresso comercial da irradiação tem sido lento. Interpretações errôneas dos consumidores, que acham difícil avaliar

os benefícios dessa técnica, e a falta de informações ainda limitam o uso dessa tecnologia (ORNELLAS et al., 2006).

### **2.2.2. Efeito sobre micro-organismos**

A irradiação de alimentos produz íons reativos que alteram a estrutura da membrana celular e afetam a atividade de enzimas metabólicas, danificando ou eliminando os micro-organismos. Entretanto, o principal efeito é no DNA e nas moléculas de ácido ribonucleico no núcleo das células, fundamentais para o crescimento e reprodução dos micro-organismos (FELLOWS, 2006).

A eficiência do tratamento sobre os micro-organismos é influenciada por vários fatores, como o número de micro-organismos, sendo que, quanto maior a carga microbiana presente no alimento, maior deverá ser a dose de radiação empregada; a composição do alimento, uma vez que micro-organismos em meios ricos em proteínas são mais resistentes do que em solução tampão; a presença ou ausência de oxigênio, sendo que a ausência de oxigênio torna os micro-organismos mais resistentes à radiação; estado físico dos alimentos, sendo as células desidratadas ou congeladas mais resistentes à radiação do que as células no estado normal; a condição do micro-organismo, uma vez que micro-organismos na fase *lag* são mais resistentes; e a radioresistência do micro-organismo (FELLOWS, 2006; FRANCO e LANDGRAF, 2008; LIMA FILHO et al., 2012).

Além dos fatores citados, no geral, quanto mais complexo (maior) o DNA, maior a sensibilidade dos micro-organismos à irradiação. Dessa forma, vírus tendem a ser mais resistentes que esporos, bactérias, insetos e mamíferos, respectivamente (HERNANDES et al., 2003; FELLOWS, 2006; FRANCO e LANDGRAF, 2008).

A irradiação de alimentos visando à inativação de micro-organismos pode ser dividida em radapertização, radicidação e radurização (JAY et al., 2005; FELLOWS, 2006). Utiliza-se a radapertização quando se deseja a esterilização do alimento. Embora seja possível tal esterilização, a dose necessária é superior ao limite de 10 kGy permitido pela legislação. É necessária uma dose de 42,72 kGy para se obter redução de 12 D de esporos

de *Clostridium botulinum* em carne de frango e, para reduzir 12 ciclos logarítmicos de células vegetativas de *Clostridium botulinum* em carne cozida, seria necessária uma dose de 16,8 kGy (LIMA FILHO et al., 2012). Entretanto, doses tão altas alterariam drasticamente as características sensoriais da carne, diminuindo significativamente sua aceitação sensorial. Por essa razão, a radapertização é pouco utilizada comercialmente, com exceção dos temperos e especiarias, frequentemente contaminados por bactérias esporulantes termorresistentes, que podem ser esterilizadas com doses entre 8 kGy e 10 kGy (JAY et al., 2005; FELLOWS, 2006; LIMA FILHO et al., 2012).

A radicação consiste na redução de patógenos não formadores de esporos. Neste processo, são utilizadas doses menores que na radapertização, uma vez que bactérias causadoras de toxinfecções alimentares são menos resistentes à irradiação do que micro-organismos esporulantes (JAY et al., 2005; FELLOWS, 2006). Patógenos como *Salmonella*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* são menos resistentes à radiação do que *Clostridium botulinum* e doses entre 3kGy e 10 kGy são suficientes para inativá-los (LIMA FILHO et al., 2012).

No processo de radurização são aplicadas doses relativamente baixas, entre 0,75 kGy e 2,5 kGy, visando à determinada redução do número de leveduras, fungos e bactérias não esporulantes para aumentar a vida-de-prateleira do produto (JAY et al., 2005; FELLOWS, 2006; LIMA FILHO et al., 2012).

### **2.2.3. Efeito sobre o valor nutricional**

Os carboidratos, ao sofrerem irradiação, sofrem hidrólise e oxidação gerando compostos mais simples, mas sem alterar seu valor nutricional. Já as vitaminas apresentam variada sensibilidade quanto à irradiação, dependendo de fatores como a dose recebida, o tipo e o estado físico do alimento (FELLOWS, 2006). Já foram constatadas perdas no teor de tiamina, piridoxina, biotina e vitamina B12 e aumento no teor de riboflavina, ácido pantotênico e ácido fólico (FRANCO e LANDGRAF, 2008).

lemma et al. (1999) observaram significativa diminuição no teor de ácido ascórbico de suco de laranja em função do aumento da dose de radiação e do tempo de armazenamento. Santos (2008) também verificou diminuição significativa no teor de vitamina C e de carotenóides totais em função do aumento da dose de radiação gama em amostras de pequi.

#### **2.2.4. Efeito sobre as características sensoriais**

A dose de radiação que inativa micro-organismos também pode causar, mediante reações secundárias, alterações sensoriais indesejáveis no alimento. A água do alimento irradiado sofre radiólise, formando radicais livres que reagem entre si e com outras moléculas, gerando aroma e sabor desagradáveis. A irradiação em anaerobiose ou abaixo da temperatura de congelamento é menos nociva aos micro-organismos, porém diminui alterações de sabor e aroma indesejáveis nos alimentos. Em anaerobiose, a formação de peróxido é minimizada e em temperaturas abaixo do congelamento ocorre redução da radiólise (FRANCO e LANDGRAF, 2008).

Realizando o processo de irradiação em temperatura ambiente e na presença de oxigênio, Moda et al. (2008) verificaram que a irradiação de abacaxi nas doses de 1 kGy e 2 kGy acarretou em menores notas nas avaliações sensoriais para os atributos aroma, sabor, textura e aparência, quando comparadas à amostra de abacaxi não irradiada. Oliveira et al. (2006) constataram que a utilização da irradiação, em doses de 0,3 kGy, 0,6 kGy e 0,9 kGy, não comprometeu a impressão global, a intenção de compra e os atributos sensoriais de aparência, aroma, textura e sabor de goiaba branca, variedade Kumagai, durante 21 dias de armazenamento sob refrigeração.

No geral, o processo de irradiação não causa grandes alterações na aparência dos alimentos e em alguns casos sua utilização pode ser favorável. Costa Neto et al. (1997) verificaram que a utilização da irradiação, em doses de 8 kGy e 10 kGy, inibiu o escurecimento enzimático da mandioca em até 9 dias de armazenamento, enquanto a mandioca não irradiada apresentou sinais de escurecimento já no segundo dia de armazenamento.

De acordo com Fellows (2006), a utilização de doses de radiação acima das comerciais pode quebrar o grupo sulfidril de aminoácidos sulfúricos nas proteínas, provocando alterações no aroma e no sabor dos alimentos. Franco e Landgraf (2008) afirmaram que os aminoácidos com anel aromático sofrem alterações por serem mais sensíveis do que os demais.

Alterações de aroma e sabor também podem ocorrer devido ao efeito da irradiação nos lipídios do alimento. De forma semelhante ao processo de auto oxidação, ocorre a produção de hidroperóxidos que irão gerar aromas e sabores desagradáveis no alimento (FELLOWS, 2006), principalmente quando a irradiação ou armazenamento subsequente for realizado na presença de oxigênio (FRANCO e LANDGRAF, 2008). Esse efeito pode ser minimizado com a irradiação de alimentos congelados; entretanto, não se recomenda a irradiação de alimentos com alto teor de lipídios (FELLOWS, 2006).

Em carnes, a ocorrência de odores estranhos deve-se à produção de compostos voláteis como hidrocarbonetos, carbonilas e compostos contendo enxofre em sua molécula, entre outros (FRANCO e LANDGRAF, 2008).

Em vegetais, tem sido verificada a diminuição da firmeza dos frutos irradiados devido à degradação da pectina e da celulose (FRANCO e LANDGRAF, 2008). Os carboidratos são hidrolisados, oxidados e despolimerizados a compostos mais simples (FELLOWS, 2006).

Em algumas frutas irradiadas também tem sido observado aumento da intensidade de gosto doce quando comparadas às frutas não irradiadas (CAMARGO, 2004; BEHRENS et al., 2009).

De acordo com Fellows (2006), a irradiação em doses comerciais não causa maiores alterações sensoriais e nutricionais que os outros métodos de conservação de alimentos. Entretanto, alguns estudos têm demonstrado que mesmo dentro do limite de 10 kGy permitidos, a partir de determinadas doses ocorrem significativas alterações sensoriais nos alimentos (THOMAS, 1993; VERRUMA-BERNARDI e SPOTO, 2003; CHAUDRY et al., 2004; MODA et al., 2008). Tais alterações variam em função do alimento e da dose utilizada. Portanto, não existe uma única dose de radiação ideal para ser utilizada em todos os alimentos.

### **2.2.5. Irradiação de morango**

A exposição a baixas doses de radiação pode diminuir a velocidade de deterioração e envelhecimento do morango, aumentando, dessa forma, sua vida de prateleira (FRANÇOSO et al., 2008). Estudos demonstraram que a utilização de doses de 2kGy a 3 kGy, seguidos por armazenamento a 10°C, podem resultar em um aumento da vida de prateleira do morango para até 14 dias (THOMAS, 1993).

Alguns estudos relataram a alteração do teor de ácido ascórbico, do teor de sólidos solúveis e perda de peso de morangos irradiados e armazenados sob diferentes condições (DOMINGUES, 2000). Entretanto, certos autores observaram que as perdas de ácido ascórbico ocasionadas pelo tratamento de irradiação são pequenas em comparação à grande variação existente entre as variedades de morango (GRAHAM e STEVENSON, 1997).

Outros autores não observaram diferenças de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e pectina total e solúvel entre amostras de morango irradiadas (em diversas doses até 2 KGy) e não irradiadas (FRANÇOSO et al., 2008). Beyers et al. (1979) estudaram a composição centesimal de morango irradiado na dose de 2 KGy, constatando que as alterações devido à irradiação não são significativas e o valor nutricional do morango não é afetado, uma vez que não foram verificadas grandes alterações nos teores de gordura, proteína, açúcar, caroteno, ácido ascórbico, riboflavina, niacina e tiamina.

A irradiação na dose de 3 kGy não resulta em grandes perdas de flavonoides e derivados de ácido elágico e, portanto, não provoca nenhum impacto sobre as atividades antioxidantes dessas substâncias (BREITFELLNER et al., 2002a). Neste estudo, os autores também observaram ausência de produtos radiolíticos. Além disso, apesar de a radiação afetar os componentes de ácido hidroxibenzóico e cinâmico em solução aquosa, em alimentos mais complexos como o morango, os ácidos fenólicos são acentuadamente menos sensíveis à irradiação (BREITFELLNER et al., 2002b).

Para estender a vida de prateleira de morangos é recomendada a utilização de doses de radiação de 1,5 kGy a 3 kGy. Doses abaixo não

atenderiam com eficiência à finalidade pretendida e doses acima resultariam em textura externa mais macia e perda da cor vermelha (THOMAS, 1993).

O morango apresenta, naturalmente, perda de firmeza durante seu armazenamento devido à ação de enzimas de degradação da parede celular, atuantes nos polissacarídeos, como é o caso da poligalacturonase, pectina metil esterase,  $\beta$ -galactosidase, pectatoliase, entre outras (MARTÍNEZ e CIVELLO, 2008). Além da irradiação na dose de 3 kGy ter sido ineficiente na inativação da poligalacturonase (SANTOS et al., 2008), sua utilização pode intensificar o processo de degradação da parede celular de frutas e hortaliças.

Vários estudos têm sugerido que a principal alteração sensorial provocada pela irradiação do morango é a diminuição da firmeza dos frutos, sugerindo que esse seja o fator sensorial limitante para a utilização de doses maiores que 3kGy (D'AMOUR, 1993; THOMAS, 1993; YU et al., 1995; YU et al., 1996).

Outro fator limitante para a utilização da irradiação em morangos é o receio do consumidor por essa tecnologia de conservação. Diversos estudos têm documentado a rejeição de parte da população pela tecnologia de irradiação (GUNES e TEKIN, 2006; JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011; CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012; EUSTICE e BRUHN, 2013). Entretanto, em testes de mercado realizados em 1987 e 1988 em Lion, na França, uma cadeia de supermercados colocou sete toneladas de morangos irradiados a 2 kGy à venda. No rótulo foi colocado o símbolo “radura” (símbolo de alimento irradiado) e o termo “protegido por ionização”. Os consumidores afirmaram que compraram os morangos irradiados por serem de melhor qualidade (ICGFI, 1999; CNEN/CDTN, 2013). No teste realizado em 1987 as vendas foram boas mesmo com os morangos irradiados tendo sido colocados à venda com preço 30 % maior do que o similar não irradiado (ICGFI, 1999).

Na Flórida – EUA, em 1992, no primeiro dia de vendas, morangos irradiados foram vendidos mais caros e em maior quantidade que morangos não irradiados. Morangos irradiados também foram bem avaliados em um estudo em Kansas – EUA. Os consumidores consideraram a aparência e a cor do morango irradiado equivalente ou superior ao do morango não irradiado. Quando fornecida a informação sobre o processo ao consumidor, sua intenção

de compra aumentou. No total, 80 % dos consumidores relataram que estavam satisfeitos com morangos irradiados e 67 % ficaram satisfeitos com os frutos não irradiados. Metade dos consumidores foram favoráveis que seu supermercado vendesse morangos irradiados e cerca de um terço declararam incerteza (BRUHN, 1999).

Em Chicago - EUA, em 1992, a Carrot Top, produtora e mercearia, vendeu morangos irradiados. Foi verificado que cerca de 70 % dos consumidores já tinham ouvido falar sobre irradiação, porém, 90 % sentiram que não tinham recebido informação suficiente. Foram disponibilizadas, no local de venda, informações pró e anti-irradiação e também foram ofertados morangos não irradiados. Do total de morangos vendidos, aproximadamente 90 % a 95 % foram morangos irradiados (BRUHN, 1999).

#### **2.2.6. Aceitação pelos consumidores**

A atitude do consumidor frente a um alimento é influenciada pelas características sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura, além de vários outros fatores, chamados de características não sensoriais, e pela interação entre todas essas características (GUERRERO et al., 2000; DELLA LUCIA et al., 2010a).

Os fatores envolvendo todo o processo de seleção e consumo de um produto podem ser divididos em dois grupos: um grupo relacionado às características do consumidor, tais como conceitos étnicos, culturais e religiosos, preocupação com a saúde, influências contextuais, fatores sociais e idade, sexo e renda familiar dos consumidores; e outro grupo referente às características do produto, como conveniência, utilidade, praticidade, estabilidade, segurança, valor nutritivo, marca, preço, origem e tecnologia de produção do alimento (DELLA LUCIA et al., 2010a).

Um ótimo exemplo da influência de características não sensoriais na aceitação de alimentos é o caso da tecnologia de irradiação. A preocupação dos consumidores com a tecnologia de produção e sua relação com as influências contextuais, fatores sociais, preocupação com a saúde, conceitos



étnicos e culturais e o preço tem limitado a utilização da irradiação em alimentos ao longo dos anos.

A atitude e as crenças dos consumidores perante um alimento são formadas, igualmente, pelo conhecimento obtido pelas informações contidas na embalagem do produto, pela comunicação ao redor do produto, pelas características sensoriais e pela interação entre esses grupos de fatores (DELLA LUCIA et al., 2010a). Neste contexto, a aceitação de uma nova tecnologia alimentar não está simplesmente relacionada com as características do processo em si, mas também com as necessidades, crenças e atitudes individuais dos consumidores de alimentos e com a natureza econômica, política e social do ambiente onde o indivíduo está inserido (HENSON, 1995).

Em estudo realizado pelo Brand Group (1986), 5 % a 10 % dos entrevistados americanos rejeitaram a irradiação de alimentos, 25 % a 30 % aceitaram e 55 % a 65 % estavam indecisos. Na Grã Bretanha, os consumidores eram mais receosos quanto à irradiação de alimentos; pesquisas realizadas em 1986 e 1988 demonstraram que a grande maioria dos consumidores não compraria alimentos irradiados (THOMAS, 1990). Em 1989, uma pesquisa de opinião realizada no Reino Unido revelou que 70 % dos consumidores não desejavam comprar produtos irradiados e 20 % não estavam seguros (CGEE, 2010).

Segundo Bruhn (1999), as primeiras pesquisas realizadas no início da década de 1980, sobre a aceitação dos consumidores frente à irradiação de alimentos, indicaram que os consumidores não estavam familiarizados com essa tecnologia e era necessário que recebessem informações acerca desse método de conservação. Em um artigo publicado pela International Consultative Groupon Food Irradiation (ICGFI), Bruhn (1999) analisou inúmeros estudos, de diversos países, sobre a atitude dos consumidores e testes de mercado de alimentos irradiados, no período de 1984 a 1997. O autor concluiu que: (1) as pessoas em diversos países compram alimentos irradiados, (2) em alguns mercados, a disponibilidade de um alimento de alta qualidade fora da época de produção foi considerada um importante benefício, (3) em outros mercados, produtos de alta qualidade importados eram de interesse

significativo, (4) a maior segurança microbiológica foi um benefício em outros mercados e (5) os consumidores irão comprar alimentos irradiados.

O número de consumidores preocupados com a irradiação diminuiu ao longo da década de 1980 e 1990, passando de 43 % em 1980 para 33 % em 1997 (BRUHN, 1999).

Segundo DeRuiter e Dwyer (2002), no início do novo milênio, os consumidores americanos passaram a perceber e aceitar melhor os benefícios gerados pela irradiação, principalmente quando a irradiação foi utilizada para inativar esporos de antraz em encomendas do correio contaminadas, após os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001. Esse fato ajudou a aumentar a popularidade da técnica de irradiação.

Johnson et al. (2004) verificaram que os consumidores estadunidenses estavam mais susceptíveis a comprar alimentos irradiados em 2003 do que o estavam em 1993 (69 % e 29 %, respectivamente).

Estudo recente realizado com 236 consumidores, em São Paulo – BR, demonstrou que a aceitação e a intenção de compra de agrião orgânico irradiado e não irradiado foram iguais, mesmo quando fornecida a informação do tratamento dado ao agrião ou um texto sobre o processo de irradiação. Demonstrou-se, dessa forma, que o tratamento de irradiação não acarretou rejeição por parte dos consumidores (MARTINS et al., 2012).

Nos Estados Unidos, a exigência de rotulagem aplica-se apenas a um alimento que foi irradiado por inteiro, não para um alimento que contém apenas um ingrediente irradiado (CODE OF FEDERAL REGULATION, 2004; USDA, 2011). No Brasil, quando um produto irradiado é utilizado como ingrediente em outro alimento, deve-se citar o termo “alimento tratado por processo de irradiação” na lista de ingredientes, entre parênteses, após o nome do mesmo (BRASIL, 2001). Para os consumidores brasileiros que não apresentam o hábito de ler o rótulo dos alimentos, entretanto, as informações de tamanho pequeno na lista de ingredientes passam despercebidas.

Nos Estados Unidos, as embalagens dos alimentos irradiados por inteiro devem apresentar o símbolo da radura e a declaração “tratado com radiação” ou “tratado por irradiação” (CODE OF FEDERAL REGULATION, 2004). No Brasil, tais embalagens devem apresentar, no painel principal e em

letras grandes, os dizeres “alimento tratado por processo de irradiação” (BRASIL, 2001). Inúmeros especialistas afirmam que os termos “radiação” e “irradiação” podem ter conotações negativas e assustar os consumidores leigos. Isto pode explicar o fato de os alimentos irradiados por inteiro não serem irradiados comercialmente na mesma proporção que as especiarias, ervas e temperos vegetais secos. No Brasil, por exemplo, os alimentos mais irradiados comercialmente são as especiarias, ervas e temperos (GMA, 2009; SILVA e ROZA, 2010). Assim, os especialistas acreditam que uma redação alternativa, por exemplo, "eletronicamente pasteurizado" ou “pasteurização a frio”, aumentaria a aceitação por alimentos irradiados por inteiro (MOREHOUSE e KOMOLPRASERT, 2004; VITAL et al. 2008; STEPHEN e DOWNING-MATIBAG, 2009; USDA, 2011).

Vários fatores ainda persistem e impedem uma maior aceitação de alimentos irradiados. Entre eles, podem-se citar a preocupação com os possíveis riscos na utilização da irradiação, neofobia (medo do novo) baixa confiança nas indústrias de alimentos, preço das instalações industriais e, conseqüentemente, dos alimentos irradiados, baixa disponibilidade de produtos irradiados no mercado e, principalmente, o baixo conhecimento da população sobre o processo de irradiação de alimentos.

#### 2.2.6.1. Fatores que afetam a aceitação de alimentos irradiados

##### 2.2.6.1.1. Preocupação com os possíveis riscos e neofobia

Pesquisas apontam que a irradiação de alimentos é vista como uma tecnologia de risco sobre vários aspectos (ASSOCIATION FOR CONSUMER RESEARCH, 1990; HENSON, 1995): a suposta carcinogenicidade dos alimentos irradiados, os riscos para os trabalhadores nas instalações de irradiação, o risco de vazamento de radiação nas instalações e os riscos associados ao transporte de material radioativo. Segundo Henson (1995), historicamente, os consumidores foram socializados para temer uma ampla gama de tecnologias associadas com a radiação, por exemplo, a energia nuclear (simbolizadas por falhas, como Three Mile Island e Chernobyl), as armas nucleares e raios-X e sua ligação com o câncer. Esse comportamento também foi observado no estudo de Ford e Rennie (1987) sobre a aceitação

dos consumidores em relação à irradiação de alimentos no Reino Unido; foi verificado que o principal fator responsável pela baixa intenção de compra dos alimentos irradiados é a relação que os consumidores fazem da radiação com o câncer. Além disso, os receios quanto à radiação são agravados porque a irradiação de alimentos é percebida pelos consumidores como sendo um processo altamente tecnológico, que não é completamente compreendido (HENSON, 1995; BEHRENS et al. 2009).

Uma parcela da população pode rejeitar alimentos irradiados também pelo fato de rejeitarem tudo o que é novo. O medo do novo, conhecido como neofobia (BENTON, 2004), é bem documentado na literatura, incluindo o medo por novas tecnologias alimentares (COX e EVANS, 2008; MATIN et al., 2012).

#### 2.2.6.1.2. Confiança nas indústrias de alimentos

As pesquisas sobre aceitação do consumidor em relação à irradiação de alimentos indicam, como fator essencial para aceitação dos alimentos, a confiança do consumidor para com a indústria em geral, e da indústria de alimentos irradiados, em particular, para com as agências reguladoras do governo e para com a ciência (HENSON, 1995).

A falta de confiança no sistema de abastecimento de alimentos cria dificuldades particularmente graves no caso da irradiação de alimentos. Os consumidores exigem a liberdade de escolha entre alimentos irradiados e não irradiados. Como tais alimentos são, aparentemente, difíceis de serem distinguidos, os consumidores se veem obrigados a confiar nas indústrias de alimentos e na informação fornecida por elas nos rótulos dos alimentos irradiados. Além disso, mesmo que um produto seja rotulado como irradiado, não é possível verificar a dose de radiação aplicada (se esta atende à legislação) ou a qualidade da matéria-prima utilizada. Tem havido numerosas declarações receosas de que a irradiação poderia ser usada para tornar seguro alimentos (por exemplo, camarões) já contaminados e que seriam impróprios para consumo humano (HENSON, 1995).

A população teria maior confiança e segurança com informações fornecidas pelas instituições do governo e universidades do que pelas indústrias de alimentos. Algumas pessoas demonstram o receio de que as

indústrias de alimentos estariam mais interessadas em lucrar do que com a saúde dos consumidores, sendo essa uma possível causa para não comprar alimentos irradiados (DALY, 1989; BEHRENS et al. 2009).

Para que tais problemas sejam solucionados é necessário que as universidades e órgãos públicos de pesquisa divulguem os resultados de suas pesquisas para diminuir o receio da população quanto aos riscos de se consumir alimentos irradiados. Além disso, é necessário que os órgãos dos governos regularizem a utilização da irradiação em alimentos e aumentem a fiscalização das indústrias de alimentos. Dessa forma, as indústrias de alimentos teriam maior credibilidade e os consumidores passariam a ter maior segurança nos produtos irradiados fornecidos por essas indústrias, aumentando, dessa forma, sua comercialização. Nos últimos anos, têm sido crescente a regulamentação da utilização da irradiação de alimentos, tanto para fins de conservação quanto para tratamento fitossanitário (BRASIL, 2001; CODE OF FEDERAL REGULATION, 2004; BRASIL, 2011). Além disso, a irradiação de alimentos já é endossada ou apoiada pela maioria das organizações médicas e científicas do mundo (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de organizações que aprovam ou endossam a irradiação de alimentos

---

American Council on Science and Health  
American Dietetic Association  
American Farm Bureau Federation  
American Feed Industry Association  
American Meat Institute  
American Medical Association  
American Veterinary Medical Association  
Animal Health Institute  
Apple Processors Association  
Centers for Disease Control & Prevention  
Chocolate Manufacturers Association  
Codex Alimentarius  
Council for Agricultural Science and Technology  
Florida Fruit and Vegetable Association  
Food and Drug Administration  
Food Distributors International  
Food and Agriculture Organization (FAO)  
Grocery Manufacturers of America  
Health Physics Society  
Institute of Food Science & Technology  
Institute of Food Technologists  
International Atomic Energy Agency  
International Food Information Council (IFIC)  
The Mayo Clinic  
Millers' National Federation  
National Confectioners' Association  
National Cattlemen's Beef Association  
National Food Processors Association  
National Fisheries Institute  
National Meat Association  
National Food Processors Association  
National Turkey Federation  
National Pork Producers Council  
Northwest Horticulture Association  
Produce Marketing Association  
Scientific Committee of the European Union  
United Egg Association  
United Fresh Fruit & Vegetable Association  
United Egg Producers  
United Kingdom Institute of Food Science & Technology  
United States Chamber of Commerce  
US Department of Agriculture  
Western Growers Association  
World Health Organization (WHO)

---

Fonte: Eustice e Bruhn (2013).

Também é de grande importância, para o ganho da confiança do consumidor e aumento do comércio internacional de alimentos irradiados, a padronização de métodos analíticos confiáveis e de aceitação internacional que possibilitem a identificação de alimentos irradiados e a dose utilizada no processo (OLSON, 1998; ICGFI, 1999).

#### 2.2.6.1.3. Preço

Uma das limitações da utilização da irradiação pelas indústrias é a dúvida de se os consumidores, além de aceitar a tecnologia, estarão dispostos a pagar um valor maior pelos alimentos irradiados do que normalmente pagam pelos equivalentes não irradiados.

Estudos têm demonstrado que parte dos consumidores estão susceptíveis a pagar um preço maior pela segurança dos alimentos irradiados (GALLUP ORGANIZATION, 1993; NAYGA JR et al., 2004; HUANG et al., 2007). Comparado com o preço dos alimentos convencionais, parte dos consumidores estariam dispostos a pagar US\$ 2,58 a mais por kg de peito de frango irradiado e US\$ 8,45 a mais por mês por carne de porco irradiada (HUANG et al., 2007). Nayga Junior et al. (2004) constataram que a maioria dos entrevistados estavam dispostos a pagar um preço de US\$ 0,11 a US\$ 1,10 a mais por kg de carne bovina irradiada, valores bem superiores ao custo gerado pelo processo de irradiação.

Em 1989, os custos do processo de irradiação estavam variando entre US\$ 0,01 a US\$ 0,16 por kg de produto (MORRISON, 1989). Em 1999, o International Consultive Group on Food Irradiation (ICGFI, 1999) afirmou que o custo varia muito com a dose de radiação aplicada; para uma aplicação de baixa dose (por exemplo, para inibir o crescimento de brotos em batatas e cebolas) o custo de irradiação variava de US\$ 0,01 a US\$ 0,015 por kg e, para aplicação de alta dose (por exemplo, assegurar a qualidade higiênica de especiarias), o custo variava de US\$ 0,10 a US\$ 0,25 por kg. Em 2002, DeRuiter e Dwyer (2002) verificaram que, para frutas e hortaliças, o custo variava entre US\$ 0,04 e US\$ 0,07 por kg e, para carnes, entre US\$ 0,07 e US\$ 0,18 por kg. Em 2009, Sabato et al. (2009) constataram que o investimento com a implantação e a operação de uma instalação de cobalto 60

no Brasil geraria um custo adicional de US\$ 0,018 por kg de manga (irradiada a 0,5 kGy).

Em alguns casos não é necessário o acréscimo de preço nos alimentos irradiados; a economia com a diminuição de perdas e o aumento do prazo de validade proporcionados pela irradiação de alimentos possibilitam que alguns alimentos irradiados sejam vendidos a preços que são comparáveis aos equivalentes não irradiados. Além disso, a irradiação pode diminuir a ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos; a economia com remédios, médicos e hospitalizações é bem superior ao pequeno aumento no custo dos alimentos (MORRISON et al., 1992).

Outra grande limitação da utilização da irradiação é o alto custo inicial das instalações para realizar o processo. Em 1999, uma instalação de irradiação de alimentos comercial de cobalto 60 custava na faixa de US\$ 3 milhões a US\$ 5 milhões, dependendo do tamanho, capacidade de processamento e outros fatores (ICGFI, 1999). Em 2009, no Brasil, para a construção de uma instalação de cobalto 60 seria necessário um investimento de US\$ 3.100.000,00 (SABATO et al., 2009). Entretanto, a irradiação também pode evitar problemas e trazer economias para a indústria. Segundo Eustice e Bruhn (2013), a indústria de alimentos tem que pesar o custo do uso da irradiação contra o custo de *recalls* de produtos e processos, a perda do valor da marca, ou até a falência que podem ocorrer caso aconteça um surto de doenças causadas pela comercialização de seus alimentos contaminados.

#### 2.2.6.1.4. Conhecimento

O fator que é quase unanimidade entre especialistas da área como o grande problema para uma maior aceitação da irradiação em alimentos é o conhecimento da população sobre o processamento.

Em sua análise de diversos artigos do período de 1984 a 1997, sobre a atitude dos consumidores frente à irradiação de alimentos, Bruhn (1999) concluiu que o conhecimento do público sobre métodos de processamento, em particular, a irradiação de alimentos, era muito limitado. Segundo o autor, naquela época, os estudos de *marketing* já demonstravam claramente que os consumidores estavam receptivos para escolher alimentos irradiados em



substituição ao equivalente não irradiado quando eram informados sobre o processo de irradiação e percebiam seus benefícios.

Desde então, numerosos estudos com consumidores mostram claramente que, quando é dada uma opção de escolha e uma pequena quantidade de informações precisas, os consumidores não estão apenas dispostos a comprar alimentos irradiados, mas também, muitas vezes, preferem produtos irradiados a alimentos tratados por meios convencionais (ICGFI, 1999; GUNES e TEKIN, 2006 HUANG et al., 2007). Uma variedade de estudos de mercado realizados ao longo das últimas duas décadas demonstraram repetidamente que cerca de 80 % a 90 % dos consumidores optam por produtos irradiados aos não irradiados depois de ouvir os fatos e entender os benefícios (POHLMAN et al., 1994; AIEW et al., 2003; EUSTICE e BRUHN, 2013). Portanto, a falta de conhecimento dos consumidores talvez seja o principal entrave para maior difusão da técnica de irradiação em alimentos.

Ornellas et al. (2006) realizaram pesquisa de opinião sobre irradiação de alimentos com 218 entrevistados na cidade de Belo Horizonte – BR. Foi verificado que aproximadamente 60 % dos entrevistados não sabiam que a irradiação é um método de conservação de alimentos e não souberam responder se consumiriam alimentos irradiados. Além disso, cerca de 90 % dos entrevistados afirmaram que consumiriam alimentos irradiados se soubessem que a irradiação aumenta a segurança do alimento, evitando inúmeras doenças.

Em uma pesquisa, 119 adolescentes brasileiros, com faixa etária entre 16 e 18 anos, cursando o terceiro grau do ensino médio e de classe social muito baixa, foram solicitados a expressassem seus níveis de preocupação para com cinco métodos de processamento de alimentos (tratamentos químicos, irradiação de alimentos, congelamento, enlatamento e conservantes de alimentos). A irradiação de alimentos estava entre os métodos de conservação que mais preocupavam os adolescentes. Após a visualização de um vídeo de 20 minutos sobre o processo de irradiação de alimentos, a preocupação dos adolescentes caiu significativamente e a irradiação passou a estar entre os métodos de processamento que menos preocupavam os

adolescentes (OLIVEIRA e SABATO, 2004). Em um estudo em Indiana – EUA, cerca da metade de 178 entrevistados estava disposta a comprar alimentos irradiados; após a visualização de um vídeo de 8 minutos sobre a conservação de alimentos utilizando a irradiação, a intenção de compra aumentou para 90 % (POHLMAN et al., 1994).

Dessa forma, torna-se evidente a importância de educar a população sobre os perigos dos micro-organismos patogênicos e os potenciais benefícios de consumir alimentos irradiados. Apesar de a irradiação ainda sofrer oposição de parte da mídia, os estudos têm demonstrado que, embora a mensagem anti-irradiação seja poderosa na persuasão dos consumidores, ela pode ser eficazmente combatida e a confiança dos consumidores na segurança do processo de irradiação pode ser restaurada por meio de argumentos honestos e com comprovação científica, como ocorreu, por exemplo, com a pasteurização do leite (EUSTICE e BRUHN, 2013).

Existem paralelos na história da aceitação do consumidor pela pasteurização do leite e pela irradiação de alimentos. A falta de conhecimento e resistência dos consumidores e os muitos conflitos entre a indústria, ciência e o governo, fizeram com que a aceitação e utilização da pasteurização no leite viessem de forma gradual. No final dos anos 1800, a pasteurização comercial do leite na América era incomum e vista com desconfiança por parte dos consumidores e muitos cientistas. Pessoas “anti-pasteurização” chegaram a citar dezenas de argumentos contra sua utilização. Estes variavam de defeitos de saneamento, risco a saúde pública, baixa segurança e diminuição do valor nutricional e da qualidade física e bacteriológica do leite. Assim como ocorre com a irradiação em alimentos, a pasteurização também foi apontada como sendo uma desculpa para a venda de leite inferior e contaminado (DeRUITER e DWYER, 2002).

Uma barreira no caminho da pasteurização foi a crença do século 19 de que o "melhor" leite era o leite cru e fresco, apesar de ser um perigo potencial para a saúde, especialmente quando era enviado por longas distâncias sem refrigeração para venda nos mercados urbanos. Tardiamente, artigos da imprensa popular começaram a apontar os perigos de se consumir leite cru e os consumidores, chocados, passaram a mudar suas crenças e a

consumir leites pasteurizados. No início do século 20, a pasteurização do leite começou a ser comum e exigida pelas legislações. Com a maior disponibilidade de leite pasteurizado, a neofobia dos consumidores deu lugar à familiaridade e aceitação. No entanto, somente em 1930 as objeções ao leite pasteurizado desapareceram. Espera-se que o prazo para a aceitação de alimentos irradiados seja menor (DeRUITER e DWYER, 2002).

#### 2.2.6.1.5. Disponibilidade no mercado

Segundo Eustice e Bruhn (2013), outro grande obstáculo para maior aceitação do consumidor por alimentos irradiados pode ser a baixa disponibilidade no atacado e no varejo. Uma pesquisa com compradores de carne bovina do varejo e de serviço de alimentos demonstrou que quatro em cada dez entrevistados, não compradores de carne irradiada, relataram que a falta de disponibilidade de carne irradiada é a principal razão para não oferecê-las aos seus clientes (NATIONAL CATTLEMEN'S BEEF ASSOCIATION, 2004).

Inúmeros testes de mercado com alimentos irradiados têm sido realizados ao longo dos anos a fim de verificar a aceitação dos consumidores a essa “nova” tecnologia, com a maioria obtendo sucesso. Isto ocorreu, por exemplo, com as cebolas e alho na Argentina em 1985; peixe seco e cebolas em Bangladesh; maçãs, alho, gengibre, pimenta e produtos cárneos na China, durante os anos 1980 e 1990; arroz integral na Indonésia; cebolas, arroz aromático e tamarindo doce na Tailândia; *nham* (linguiça de porco fermentada) na Tailândia; cogumelo, carne, legumes e peixe desidratado na República da Coreia entre 1994 e 1996; batatas, cebolas e frutas desidratadas no Paquistão; cebolas nas Filipinas e Polônia; morangos na França em maio e junho de 1987; batatas, mangas, mamões e morangos na África do Sul entre 1978 e 1979; e frangos, mangas, mamões, maçãs, toranjas e morangos nos Estados Unidos (ICGFI, 1999).

Todas essas experiências de comercialização demonstraram que os consumidores são receptivos a alimentos irradiados e irão selecioná-los preferivelmente aos seus equivalentes não irradiados, quando os benefícios

são notados. Fica evidente, em todas as experiências, que consumidores informados aceitarão alimentos irradiados (ICGFI, 1999).

### 2.3. TESTES DE SENSIBILIDADE

Os testes de sensibilidade medem a habilidade de perceber, identificar e, ou diferenciar quantitativa e, ou qualitativamente um ou mais estímulos, pelos órgãos dos sentidos (ABNT, 1994). Os principais testes de sensibilidade são os de limite, estímulo constante e de diluição. Eles devem ser aplicados para selecionar e treinar julgadores e para determinar os diferentes limiares (*thresholds*) sensoriais existentes (ABNT, 1994; DUTCOSKY, 2011).

Segundo Bi e Ennis (1998), limiar sensorial é uma medida da sensibilidade sensorial para um dado estímulo. A intensidade de estímulo abaixo desse limiar é considerada incapaz de produzir um efeito suficiente sobre o sistema sensorial (do indivíduo) e, por conseguinte, não pode ser percebida. A ideia é que deve existir algum valor absoluto, abaixo do qual a sensibilidade do indivíduo não permite a detecção ou o reconhecimento do estímulo. Idealmente, o limite é pensado como um ponto de transição nítida entre nenhuma sensação e a sensação (BI e ENNIS, 1998).

Apesar de citar alguns problemas existentes na determinação de limiar, Meilgaard et al. (2006) afirmam que, em várias situações, a abordagem do limiar ainda é a melhor disponível. Os limiares têm sido determinados em diversas áreas e com diferentes propósitos; por exemplo, são utilizados para determinar os graus de poluição do ar e estabelecer limites legais para os poluidores. Entretanto, destaca-se a sua utilização na análise sensorial de alimentos. Empresas de abastecimento de água, de alimentos e de bebidas utilizam a metodologia de limiar para determinar o ponto no qual um contaminante conhecido começa a diminuir a aceitação sensorial do produto. Os limiares podem ser utilizados para auxiliar na seleção ou teste de julgadores e o limiar de substâncias desejáveis pode ser utilizado como uma ferramenta de pesquisa na formulação de alimentos (MEILGAARD et al., 2006; DUTCOSKY, 2011).

A determinação dos limiares sensoriais é um elemento essencial na análise sensorial e hoje é importante para uma variedade de fins (MEILGAARD et al., 2006).

### **2.3.1. Limiares sensoriais**

Segundo Meilgaard et al. (2006), limiares são os limites das capacidades sensoriais. Existem diferentes limiares na análise sensorial de alimentos, entre eles estão o limiar absoluto ou limiar de detecção (*absolute threshold* ou *detection threshold*), o limiar de reconhecimento (*recognition threshold*), o limiar de diferença (*difference threshold*), o limiar terminal (*terminal threshold*) (MEILGAARD et al., 2006) e, recentemente, foi proposto o conceito de limiar de rejeição pelo consumidor (*consumer rejection threshold*) (PRESCOTT et al., 2005).

#### **2.3.1.1. Limiar de detecção**

O limiar de detecção representa o limite mínimo de um estímulo capaz de produzir uma sensação em um indivíduo, tal como a luz mais fraca, o peso mais leve, o som mais baixo, o gosto mais fraco (ISO, 1991; MEILGAARD et al., 2006; DUTCOSKY, 2011).

A determinação do limiar de detecção é realizada em diferentes segmentos da ciência e da indústria com diversos propósitos. Vários estudos têm utilizado essa metodologia a fim de verificar a sensibilidade sensorial de indivíduos com certa característica em comum. Aproximadamente metade das pessoas com câncer apresenta anormalidades no comportamento alimentar; sendo assim, Elma e Silva (2006) definiram o limiar de detecção dos gostos básicos (excluindo umami) de crianças portadoras de Leucemia Linfóide Aguda (LLA). Verificou-se que tais crianças apresentaram maior sensibilidade sensorial (menores limiares de detecção para gostos básicos) quando comparadas às crianças saudáveis.

Coelho (2002) determinou o limiar de detecção dos gostos básicos (excluindo umami) em crianças de 4 a 7 anos. Constatou-se que os limiares de

detecção dos gostos doce e salgado não foram influenciados pelo Índice de Massa Corporal (IMC), sexo, idade e localização da creche das crianças.

Correia (2008) verificou a redução de paladar em idosos para os gostos doce e salgado. Constatou-se que os idosos precisaram de aproximadamente nove vezes mais açúcar e 25 vezes mais sal (NaCl) que os adultos para detectar a presença destas substâncias. Entretanto, por meio do teste de aceitação, pôde-se verificar maior aceitação dos idosos pelas amostras com menores concentrações de açúcar e de sal; a autora justificou tais resultados devido ao efeito do hábito alimentar.

Mojet et al. (2001) realizaram um estudo semelhante com idosos, levando em conta o sexo e a idade. Tais autores constataram um declínio da sensibilidade mais severo em homens do que em mulheres.

Santos et al. (2010) determinaram o limiar de detecção de compostos aromáticos no vinho com nariz eletrônico e com painel sensorial humano treinado, visando à detecção de defeitos no vinho. Os resultados demonstraram que o limiar de detecção do nariz eletrônico foi até 10 vezes menor que o limiar do painel humano. Os autores concluem que a utilização de narizes eletrônicos na determinação dos limiares de compostos é vantajosa sobre o painel sensorial humano em termos de tempo de formação e precisão. Entretanto, essa grande precisão acarreta em limiares mais baixos do que o ponto no qual a maioria dos consumidores de vinho iriam detectar tais defeitos, gerando “falsos alarmes”, caso esses limiares fossem utilizados na tomada de decisões sobre a concentração de certa substância que influenciará a aceitação dos consumidores. Prescott et al. (2005) defendem que até os limiares obtidos utilizando painel de julgadores treinados já apresentam tais problemas e, mesmo utilizando painéis de consumidores adequados, os limiares de detecção em si já representam uma estimativa pobre do ponto no qual a aceitabilidade do consumidor é afetada. Sendo assim, Prescott et al. (2005) sugerem a metodologia do limiar de rejeição pelos consumidores, que será discutida posteriormente.

#### 2.3.1.2. Limiar de reconhecimento

O limiar de reconhecimento é o nível de um estímulo necessário para o seu reconhecimento ou identificação (ISO, 1991). Geralmente o limiar de reconhecimento é maior que o limiar de detecção (MEILGAARD et al., 2006). Por exemplo, se uma pessoa provar amostras de água contendo concentrações crescentes de NaCl, chegará um ponto em que ela perceberá a existência de alguma substância na água (limiar de detecção); com o aumento da concentração de sal, em um ponto posterior, ela perceberá um gosto salgado suave, reconhecendo o sal como a substância existente na água (limiar de reconhecimento).

#### 2.3.1.3. Limiar de diferença

O limiar de diferença é a amplitude de mudança no estímulo necessária para produzir uma diferença percebida; em outras palavras, é a menor diferença perceptível entre dois estímulos (ISO, 1991). Ele geralmente é determinado comparando um estímulo padrão com um estímulo variável. É usado o termo diferença mínima percebida (JND – *just noticeable difference*) quando o limiar de diferença é determinado pela mudança do estímulo variável em pequenos níveis acima e abaixo do estímulo padrão, até que o julgador perceba a diferença (MEILGAARD et al., 2006).

#### 2.3.1.4. Limiar terminal

Limiar terminal é a magnitude de um estímulo acima da qual não há percepção do aumento de sua intensidade; acima deste estímulo frequentemente ocorre a sensação de dor (MEILGAARD et al., 2006).

#### 2.3.1.5. Limiar de rejeição

O limiar de rejeição pelo consumidor é um limiar proposto recentemente por Prescott et al. (2005) e se refere à intensidade de um estímulo a partir da qual começa a ocorrer rejeição sensorial do alimento pelo consumidor. Este novo conceito baseia-se em avaliar a preferência dos consumidores utilizando testes pareado-preferência dentro do método de estímulo constante da metodologia de limiar.

No estudo, Prescott et al. (2005) determinaram a concentração de TCA (2,4,6-tricloroanisol, contaminante proveniente da rolha das garrafas) a partir da qual os consumidores de vinho branco passariam a rejeitar o produto. Prescott et al. (2005) afirmam que a utilização de painel de julgadores treinados e a metodologia do limiar de detecção geram uma estimativa pobre do ponto no qual a aceitabilidade do consumidor é afetada. Os resultados do limiar de rejeição seriam úteis para verificar o impacto real do estímulo em um alimento sobre a perspectiva do consumidor desse alimento.

Na literatura já é possível encontrar alguns estudos utilizando a metodologia do limiar de rejeição. Saliba et al. (2009) determinaram o limiar de rejeição pelos consumidores de 1,8-cineol em vinho tinto australiano, obtendo o valor de 27,5 ppm. Os autores afirmam que o composto 1,8-cineol é conhecido por provocar a percepção do sabor de eucalipto em vinhos e que existe um debate se este sabor é positivo ou se deve ser considerado um defeito do vinho. Os resultados obtidos sugerem que uma concentração moderada de cineol no vinho tinto não deve ser considerada defeito e alguns consumidores podem preferir vinhos tintos com tais concentrações de cineol do que nenhum sabor de eucalipto. Com esses resultados, enólogos e comerciantes de vinho passam a ter uma base quantitativa como referência quanto ao sabor de eucalipto em vinhos tintos.

O limiar de rejeição pelo consumidor também foi estudado a fim de investigar o efeito de grãos PVA (preto, verde e ardido, considerados defeitos do café) na rejeição de bebidas de café (GONÇALVES, 2006).

Na determinação do limiar de rejeição, assim como na determinação dos outros limiares, o pesquisador deve selecionar uma faixa apropriada de intensidade do estímulo que inclua a sensibilidade individual dos julgadores (ABNT, 1994). No estudo realizado por Gonçalves (2006) isso não ocorreu, ela não conseguiu determinar o limiar de rejeição, uma vez que a amostra controle (sem adição de PVA) não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) das outras amostras com diferentes concentrações de PVA (5 %, 10 %, 20 %, 30 % e 40 %) quanto à preferência. Sendo assim, seria necessário estudar amostras com maiores concentrações de PVA para conseguir determinar o limiar de rejeição



ou para afirmar que os grãos de PVA, em qualquer concentração, não alteram a preferência da bebida.

Amargor geralmente é considerado um atributo indesejável em alimentos, no entanto, alguns indivíduos são favoráveis à presença de certa intensidade de amargor em alimentos como café e chocolate. Diante deste contexto, Harwood et al. (2012a) quantificaram e compararam as diferenças nos limiares de rejeição e de detecção de concentração de octaacetato de sacarose (composto amargo) em leite com chocolate. Segmentando os participantes do estudo quanto à preferência declarada por chocolate ao leite ou chocolate escuro, verificou-se que o limiar de rejeição foi 2,3 vezes maior para aqueles que preferem o chocolate escuro do que para os consumidores que preferem chocolate ao leite. Em contraste, o limiar de detecção para os dois grupos foi funcionalmente idêntico. Os mesmos autores realizaram o mesmo estudo com chocolate sólido, sendo constatado que o limiar de rejeição para concentração de octaacetato de sacarose dos julgadores que preferem chocolate escuro foi significativamente maior ( $p = 0,01$ ) quando comparado ao limiar de rejeição dos julgadores que preferem chocolate ao leite (HARWOOD et al., 2012b).

#### 2.4. GRUPO DE FOCO (*FOCUS GROUP*)

Segundo Della Lucia e Minim (2010), a expectativa formada pelo consumidor por um alimento ou por informações que se tenham obtido acerca de um produto são de grande influência na sua aceitação, pois ela pode melhorar ou piorar a percepção sobre o alimento antes mesmo de ele ser consumido. Portanto, é de extrema importância conhecer os pensamentos e comportamentos dos consumidores para que se possa obter aceitação de um produto ou serviço, principalmente em casos no qual o alimento está envolvido com algum assunto polêmico, como a irradiação, a modificação genética, a produção orgânica, entre outros.

Pesquisas qualitativas têm gerado resultados interessantes sobre a percepção dos consumidores, uma vez que permitem a obtenção de informações detalhadas sobre as opiniões, comportamentos e atitudes. O

grupo de foco é um dos métodos qualitativos mais utilizados e é definido como entrevistas cuidadosamente planejadas, com o objetivo de obter as opiniões individuais dos participantes de um grupo sobre determinado assunto de interesse (CASEY e KRUEGER, 1994).

O grupo de foco consiste em sessões de entrevistas conduzidas em mesa redonda, com aproximadamente seis a nove pessoas, por um moderador imparcial e que deixe os participantes à vontade para expressar livremente suas opiniões.

Segundo Della Lucia e Minim (2010), as etapas para realização de um grupo de foco são: (1) planejamento, etapa na qual se determina o propósito do estudo e o tempo de execução; (2) adequação do roteiro de perguntas: as perguntas a serem feitas aos participantes devem ser abertas, permitir uma conversa natural entre os mesmos, fornecer informações que se deseja obter com o estudo e serem cuidadosamente preparadas antes da sessão de entrevista; (3) recrutamento de participantes: recrutam-se participantes com perfil adequado para o estudo, por meio de telefone, carta, questionários, e-mail, entre outros; (4) condução da sessão: deve-se realizar mais de uma sessão com participantes diferentes em mesa redonda, com presença de um moderador imparcial, que irá conduzir a sessão com o roteiro de perguntas e explicar que não existem respostas corretas para as perguntas, e um assistente, que irá gravar a sessão e anotar os resultados; (5) análise dos dados: demanda tempo, pois as anotações do assistente e as gravações das sessões devem ser analisadas e vistas o número de vezes necessário para possibilitar a comparação e elucidação de padrões dos resultados das sessões; além disso, deve ser realizada sistematicamente e de forma que outro pesquisador chegue às mesmas conclusões; e (6) apresentação dos resultados: por ser um estudo qualitativo, não se realiza análise estatística; geralmente se transcreve trechos das respostas dos participantes; pode-se plotar gráficos de distribuição de frequências e se deve evitar generalizações.

Inúmeros estudos têm realizado sessões de grupos de foco como auxílio para determinação dos fatores (atributos) de embalagens de alimentos e seus níveis a serem estudados na Análise Conjunta de Fatores (ANCF) ou Análise Conjunta de Fatores Baseada em Escolhas (ANCFE) (DELIZA, 1996;

DANTAS, 2001; CARNEIRO, 2002; DELLA LUCIA et al., 2007; CARNEIRO, 2007; FRATA et al., 2009).

Carneiro (2002) constatou que os atributos de rótulo de óleo de soja que mais influenciam no processo de escolha dos consumidores durante as compras foram data de validade, marca, preço e a informação sobre o tipo de soja (transgênica ou não transgênica).

Della Lucia et al. (2007) realizaram sessões de grupo de foco para investigar a opinião e comportamento dos consumidores sobre embalagens de café torrado e moído. Verificou-se que preço, cor da embalagem e marca são fatores importantes no processo de decisão de compra.

Carneiro (2007) utilizou sessões de grupo de foco para verificar os fatores da embalagem e do rótulo de cachaça que influenciam no processo de escolha e compra dos consumidores deste produto. Foi verificado que fatores como a marca, o tipo de garrafa e de fechamento da mesma, o tempo de envelhecimento, o tipo de madeira do tonel, o local onde a cachaça foi produzida, a presença de selo de qualidade, entre outros, influenciam no processo de escolha e compra de cachaça.

BEHRENS et al. (2009), por meio de três sessões de grupo de foco, investigaram a atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos em São Paulo – BR. Constatou-se que a percepção de risco estava relacionada com mal-estar e falta de conhecimento sobre a energia nuclear; além disso, verificou-se que os participantes afirmaram necessitar de maior transparência na comunicação sobre os riscos e benefícios de alimentos irradiados para a saúde humana, especialmente no que diz respeito ao consumo continuado.

## 2.5. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES (ANCF)

A questão da irradiação de alimentos comprova que as atitudes e as crenças dos consumidores perante um alimento não são formadas somente pelas suas características sensoriais, mas também pela comunicação ao redor do produto, pelas características do ambiente em que o consumidor e o alimento estão inseridos e pelo conhecimento advindo de informações contidas nas embalagens dos produtos (DELLA LUCIA et al., 2010a).

Nos últimos anos é crescente a busca por métodos analíticos e estatísticos que auxiliem numa maior compreensão das influências das características não sensoriais nas atitudes dos consumidores. A análise conjunta de fatores (*conjoint analysis*) é uma dessas ferramentas.

A ANCF é uma análise de regressão linear múltipla utilizada para investigar a influência que duas ou mais variáveis independentes exercem sobre uma variável dependente (preferência ou intenção de compra, por exemplo) (GREEN e RAO, 1971). A análise baseia-se na premissa de que os consumidores avaliam o valor ou utilidade do produto ou serviço pela combinação da contribuição de cada um dos fatores que o compõem (CARNEIRO et al., 2010). Dessa forma, por meio de modelos ajustados aos dados obtidos em estudos planejados com este propósito, estima-se a contribuição de fatores e seus níveis pré-estabelecidos na construção da preferência do consumidor por diferentes versões de uma embalagem, produto ou serviço.

A ANCF também pode ser definida como uma técnica estatística por meio da qual as preferências e intenção de compra dos consumidores por diferentes produtos são decompostas, para determinar a contribuição ou importância relativa atribuída, pelos mesmos, a cada um dos níveis dos fatores (KOTLER, 2000). Dessa forma, entre outras aplicações, é possível estudar as preferências e a intenção de compra dos consumidores por produtos e serviços, definir alterações e melhorias nos mesmos e desenvolver novos produtos (CARNEIRO et al., 2010).

Na área da ciência e tecnologia de alimentos, estudos têm utilizado a ANCF a fim de investigar o impacto de atributos da embalagem na intenção de compra do consumidor por suco de maracujá (DELIZA, 1996), couve minimamente processada (DANTAS, 2001), óleo de soja (CARNEIRO, 2002), café orgânico torrado e moído (DELLA LUCIA et al., 2007) e suco e néctar de laranja (FRATA et al., 2009), por exemplo.

Segundo Della Lucia (2008) e Carneiro et al. (2010), para a aplicação da ANCF é necessário realizar várias etapas, tais como a escolha dos fatores e níveis da embalagem, escolha da regra de composição ou modelo para análise, seleção do método de coleta de dados, definição do planejamento

experimental, avaliação dos tratamentos, análise dos dados e interpretação dos resultados.

1. **Escolha dos fatores e níveis** - Devem-se escolher apenas os fatores (características da embalagem) e níveis que se pressupõe que irão interferir na atitude dos consumidores e que são realmente importantes, pois um número grande de fatores pode dificultar a avaliação do consumidor e prejudicar a credibilidade dos resultados. As realizações de grupos de foco podem auxiliar nessas escolhas. Exemplos de fatores de embalagem que podem influenciar a avaliação dos consumidores são o preço, marca, informação adicional, imagem, entre outros.
2. **Escolha da regra de composição ou modelo para análise** - Os dados coletados com a avaliação dos consumidores são analisados seguindo uma regra de composição que determina a forma de combinação entre os fatores para que os mesmos expliquem a preferência do consumidor. A regra de composição mais utilizada é o modelo aditivo ou de efeitos principais, no qual as contribuições dos níveis dos fatores são somadas para se obter o valor da preferência do consumidor pelo tratamento. Neste modelo, apenas as contribuições dos fatores e seus níveis são estimados, não incluindo os efeitos das interações entre os fatores. Geralmente, o modelo aditivo explica entre 80 % e 90 % da variação na preferência dos consumidores. A forma geral desse modelo, para  $n$  fatores, cada um com  $m_i$  níveis, é dada por:

$$Y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} c_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

em que  $Y$  é a avaliação global do consumidor para um determinado tratamento;  $c_{ij}$  é o coeficiente da preferência (CP) associado ao  $j$ -ésimo nível e  $i$ -ésimo fator; e  $X_{ij}$  é a variável indicadora ( $X_{ij} = 0$  ou  $X_{ij} = 1$ ) da presença do  $j$ -ésimo nível do  $i$ -ésimo fator do tratamento em estudo.

3. **Seleção do método de coleta de dados** - as principais metodologias de coleta de dados na ANCF são os métodos *trade-off* e o perfil completo. No método *trade-off*, cada tratamento é constituído da

combinação de níveis de apenas dois fatores; assim, comparam-se dois fatores por vez. O consumidor avalia todos os tratamentos de uma só vez, ordenando-os de acordo com sua preferência. No método perfil completo, cada tratamento é formado pela combinação de todos os fatores, sendo, dessa forma, constituído de um nível de cada fator. Neste método, o número de fatores não deve ser muito grande, para não ocorrer sobrecarga de informações e, assim, dificultar a avaliação dos tratamentos definidos.

4. **Definição do planejamento experimental** - determinados os fatores e os níveis, devem-se definir os tratamentos que irão ser estudados por meio de um arranjo fatorial. Definido os tratamentos, escolhe-se o delineamento experimental a ser utilizado, incluindo a definição da ordem de apresentação dos tratamentos e do número de consumidores. Quando se está trabalhando com pequeno número de fatores e níveis, o número de tratamentos formados é menor e se pode adotar o fatorial completo no experimento, no qual todas as combinações possíveis de níveis dos fatores são avaliadas pelos consumidores. No entanto, aumentando o número de fatores e níveis no estudo, possivelmente, acarretará em um grande número de tratamentos. Um grande número de tratamentos a serem analisados pode provocar fadiga dos consumidores e inviabilizar a adoção do fatorial completo, sendo, neste caso, mais indicado o fatorial fracionado para não afetar a eficiência estatística e a confiabilidade dos dados.
5. **Avaliação dos tratamentos** - os tratamentos são avaliados pelos consumidores de forma global quanto à preferência, aceitação ou intenção de compra, sendo apresentados na forma de protótipos, fotos, cartões com informações ou *slides*. As avaliações são realizadas por meio de fichas com escalas.
6. **Análise dos dados** - existem quatro maneiras de analisar os dados: análise individual, análise agregada, análise por segmentos (*clustering segmentation*) e análise *componential segmentation*.
  - a) Análise individual - as contribuições de cada nível de cada fator (coeficientes de preferência - CP's) são estimadas para cada

consumidor, ou seja, para cada consumidor é estimada uma função para prever sua preferência, aceitação ou intenção de compra.

- b) Análise agregada - um único modelo é ajustado para todos os consumidores. Dessa forma, os CP's do modelo agregado correspondem às médias dos CP's estimados no modelo individual.
  - c) Análise por segmentos - primeiramente, calculam-se os CP's individuais dos consumidores; em seguida, agrupam-se os consumidores que apresentaram valores de CP's semelhantes, ou seja, demonstraram comportamento parecido. Posteriormente, realiza-se a análise agregada, determinando os CP's de cada nível de cada fator em um mesmo segmento (grupo). De forma alternativa, podem-se aplicar questionários sociodemográficos, agrupar os consumidores de acordo com certas características (sexo, renda, idade, escolaridade, entre outros) e analisar os grupos.
  - d) Análise *componential segmentation* - estuda-se a interação entre o perfil do produto e os dos consumidores em relação à sua avaliação, predizendo como um consumidor com determinado perfil avalia um produto.
7. **Interpretação dos resultados** - para interpretar os resultados analisa-se a contribuição de cada nível de cada fator (representada pelos valores de CP's) e a importância relativa dos fatores na intenção de compra ou preferência ou aceitação dos consumidores (ou grupo de consumidores).

## 2.6. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES BASEADA EM ESCOLHAS (ANCFE)

Como comentado anteriormente, a existência de um grande número de tratamentos a serem analisados pode acarretar em fadiga dos consumidores e comprometer a confiabilidade dos dados. Nesses casos, a ANCF pode não ser indicada e uma alternativa pode ser a utilização da análise conjunta de fatores baseada em escolhas (*choice-based conjoint analysis*). Na ANCFE, geralmente são apresentados todos os tratamentos de uma só vez aos consumidores e é solicitado que eles escolham uma única alternativa. Vale comentar que, em

outras variações da metodologia, os consumidores podem escolher mais de um tratamento ou, até mesmo, nenhum (CARNEIRO et al., 2010).

As etapas da metodologia de ANCFE são bem semelhantes às da ANCF, com as diferenças de que a análise dos tratamentos na ANCFE é feita por escolha, e não por marcação em escala quanto à preferência ou intenção de compra; só é possível realizar a análise agregada para analisar os dados coletados na ANCF; e na interpretação dos resultados da ANCFE não são analisadas a contribuição dos níveis dos fatores e nem a sua importância relativa, e os resultados são discutidos com base na probabilidade de escolha de cada tratamento e na probabilidade de um nível de um tratamento ser escolhido em relação a outro nível (DELLA LUCIA, 2008).

Além de ser mais indicada quando se estuda um grande número de tratamentos, a vantagem da ANCFE, em relação à ANCF, é sua maior realidade na simulação do comportamento de compra do consumidor, acarretando, possivelmente, na obtenção de dados mais confiáveis (MOORE, 2004) e sua facilidade de análise para os consumidores. Entretanto, apresenta a desvantagem de não permitir a estimação de um modelo para cada consumidor, impossibilitando o agrupamento dos consumidores e a segmentação do mercado (HAIR JUNIOR et al., 1995).

Contudo, apesar das diferenças, não há evidências de qual metodologia é a melhor opção (MOORE, 2004). O que irá determinar qual o melhor método são o objetivo do estudo, a familiaridade do pesquisador por cada método e os *softwares* disponíveis para a análise dos dados (HAIR JUNIOR et al., 1995). Segundo Della Lucia (2008), a ANCFE seria uma alternativa para se complementar as informações obtidas com a ANCF; com a ANCF avaliam-se a contribuição dos níveis de cada fator e a importância relativa dos fatores e, com a ANCFE, verificam-se os tratamentos que obtiveram as maiores e menores probabilidades de escolha. Além disso, é interessante verificar se os tratamentos mais bem avaliados na ANCF são os de maiores probabilidades de escolha na ANCFE.

Della Lucia et al. (2010b), por meio da ANCFE, investigaram a influência de alguns fatores da embalagem de iogurte *light* sabor morango sobre a escolha do consumidor; verificou-se que a embalagem ideal para o



consumidor teria as informações “0% de açúcar”, “0% de gordura” e “enriquecido com proteínas bioativas”.

Deliza et al. (2010) utilizaram a ANCFE para investigar os fatores que interferem na aceitação dos consumidores brasileiros por mamão irradiado. Foi verificado que a aparência do produto foi o fator que apresentou maior influência na decisão de compra de mamão e o preço foi o fator de menor importância. Com o estudo também foi possível verificar que, mesmo os consumidores não apresentando conhecimentos sobre a irradiação de alimentos, a informação do rótulo sobre o uso da irradiação no mamão não acarretou em rejeição pelo produto.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL MARKETING RESOURCE CENTER. **Commodity strawberry profile**. 2012. Disponível em: <[http://www.agmrc.org/commodities\\_\\_products/fruits/strawberries/commodity-strawberry-profile/](http://www.agmrc.org/commodities__products/fruits/strawberries/commodity-strawberry-profile/)>. Acesso em: 25 mar. 2013.
- AIEW, W.; NAYGA, R.; NICHOLS, J. The promise of food irradiation: will consumers accept it? **Choices, Third Quarter**, p. 31–34, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13172**: testes de sensibilidade em análise sensorial. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ASSOCIATION FOR CONSUMER RESEARCH. **Food irradiation: The consumer's view**. Association for Consumer Research, London, 1990.
- BEHRENS, J. H.; BARCELLOS, M. N.; FREWER, L. J.; NUNES, T. P.; LANDGRAF, M. Brazilian consumer views on food irradiation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 383-389, 2009.
- BENTON, D. Role of parents in the determination of the food preferences of children and the development of obesity. **International Journal of Obesity**, v. 28, n. 7, p. 858-869, 2004.
- BEYERS, M.; THOMAS, A. C.; VAN TONDER, A. J. Gamma irradiation of subtropical fruits. I. Compositional tables of mango, papaya, strawberry, and litchia fruits at the edible-ripe stage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 27, n. 1, p. 37-42, 1979.
- BI, J.; E ENNIS, D. M. Sensory thresholds: Concepts and methods. **Journal of Sensory Studies**, v. 13, n. 2, p. 133-148, 1998.
- BRAND GROUP. **Irradiated seafood products: a position paper for the seafood industry**. Brand Group, 1986.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm)>. Acesso em: 12 set. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Etapas do processamento mínimo de morango. **Comunicado Técnico 110**, 4p., 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 9, de 24 de fevereiro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 fev. 2011. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=25/02/2011&jornal=1&pagina=8&totalArquivos=168>>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Brasil e Estados Unidos discutem comércio de carnes e frutas**. 2005. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2005/09/brasil-e-estados-unidos-discutem-comercio-de-carnes-e-frutas>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Irradiação deverá facilitar exportação de frutas, prevê ministério da agricultura.** 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2006/06/irradiacao-deverafacilitar-exportacao-de-frutas-preve-ministerio-da-agricultura>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

BREITFELLNER, F.; SOLAR, S.; SONTAG, G. Effect of gamma irradiation on phenolic acids in strawberries. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 517-521, 2002b.

BREITFELLNER, F.; SOLAR, S.; SONTAG, G. Effect of gamma irradiation on flavonoids in strawberries. **European Food Research and Technology**, v. 215, n. 1, p. 28-31, 2002a.

BRUHN, C. M. **Consumer attitudes and market response to irradiated food.** International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), Vienna, 1999.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1049-1055, 2002.

CAMARGO, R. J. **Estudo do tratamento combinado de radiação ionizante e cobertura de quitosana em mamão papaia (*Caricapapaya* L.).** 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARNEIRO, J. D. S. **Estudo dos fatores da embalagem e do rótulo de cachaça no comportamento dos consumidores.** 2007. 109 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

CARNEIRO, J. D. S. **Impacto da embalagem de óleo de soja na intenção de compra do consumidor, via conjoint analysis.** 2002. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

CARNEIRO, J. D. S.; SILVA, C. H. O.; MINIM, V. P. R. Análise conjunta de fatores. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores.** 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, p. 168-213, cap. 7, 2010.

CASEY, M. A.; KRUEGER, R. A. Focus group interviewing. In MacFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Measurement of food preferences.** Glasgow: Blackie Academic & Professional, cap. 4, p. 77-96, 1994.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NASCIMENTO NETO, F. (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar.** 1ª ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 67-80, 2006.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Non-O157 Shiga toxin-producing E. coli (STEC) outbreaks, United States.** 2010. Disponível em: <[http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec\\_obs\\_052110.pdf](http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec_obs_052110.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2013.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO ESPÍRITO SANTO (CEASA/ES). **Oferta do morango teve crescimento de 49% no mês de agosto**. 2012. Disponível em <<http://www.ceasa.es.gov.br/?p=1874>>. Acesso em: 16 set. 2012.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Panorama - análise de oportunidades e desafios para o segmento de irradiadores e aplicações na cadeia produtiva do agronegócio**. Relatório Parcial. Brasília, 2010.

CHAUDRY, M. A.; BIBI, N.; KHAN, M.; KHAN, M.; BADSHAH, A.; QURESHI, M. J. Irradiation treatment of minimally processed carrots for ensuring microbiological safety. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 71, n. 1-2, p. 169-173, 2004.

CODE OF FEDERAL REGULATION (2004): 21CFR179: **Irradiation in the production, processing and handling of food**. Title 21, Volume 3, revisado em 1 abr. 2004, Office of the Federal Register, Washington, DC, U.S.A. Disponível em: <<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=911a36a52aad0759b094cf95b467782e&rgn=div5&view=text&n ode=21:3.0.1.1.10&idno=21>>. Acesso em: 16 fev. 2013.

COELHO JÚNIOR, J. M. **Caracterização morfológica, físico-química e topográfica de folíolos medianos de cultivares de morangueiro**. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

COELHO, H. D. S. **Análise dos limiares de detecção dos gostos básicos em crianças**. 2002. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN) e CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN). **A irradiação de alimentos: ficção e realidade** - Série de fichas descritivas do Grupo Consultivo Internacional sobre irradiação de alimentos. Versão em Português. Editora Lê, 2013.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (CONSEA). **Proposta de diretrizes para o desenvolvimento de um programa intersetorial para a promoção da alimentação adequada e saudável no Brasil**, 2005. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/documentos/alimenatacao-adequada-e-saudavel/proposta-de-diretrizes-para-o-desenvolvimento-de-um-programa-intersectorial>>. Acesso em: 19 mar. 2012.

CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA. Food irradiation survey. **Angus Reid Public Opinion**, 2012.

CORREIA, J. H. C. **Redução do paladar em idosos para os gostos doce e salgado**. 2008. 26 f. Monografia (Especialização em Gastronomia e Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

COSTA NETO, P. R.; SPOTO, M. H. F.; DOMARCO, R. E. Uso da radiação gama na inibição do escurecimento de mandioca (*Manihotutilissima* Pohl) in

*natura*, sem casca. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 15, n. 1, p. 75-83, 1997.

COX, D. N.; EVANS, G. Construction and validation of a psychometric scale to measure consumer's fears of novel food technologies: the food technology neophobia scale. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 8, p. 704–710, 2008.

DALY, L. Irradiated food: Whose choice? Whose opportunity? **British Food Journal**, v. 91, n. 1, p. 16-20, 1989.

D'AMOUR, J.; GOSSELIN, C.; ARUL, J.; CASTAIGNE, F.; WILLEMOT, C. Gamma-radiation affects cell wall composition of strawberries. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 182-185, 1993.

DANTAS, M. I. S. **Impacto da embalagem de couve (*Brassicaoleraceal cv. acephala*) minimamente processada na intenção de compra do consumidor**. 2001. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

DEL MASTRO, N. L. Development of food irradiation in Brazil. **Progress in Nuclear Energy**, v. 35, n. 3-4, p. 229-248, 1999.

DELIZA, R. **The effects of expectation on sensory perception and acceptance**. 1996. 198 p. PhD thesis. University of Reading.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; HEDDERLEY, D.; JAEGER, S. R. Consumer perception of irradiated fruit: a case study using choice-based conjoint analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 2, p. 184-200, 2010.

DELLA LUCIA, S. M. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolha do consumidor**. 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R. Grupo de foco. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 4, p. 83-107, 2010.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A.; SILVA, R. C. S. N. Análise conjunta de fatores baseada em escolhas no estudo da embalagem de iogurte light sabor morango. **Brazil Journal Food Technology**, 6º SENSIBER, p. 11-18, 2010b.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A. Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 6, p. 125-167, 2010a.

DELLA LUCIA, S. N.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A. Fatores da embalagem de café orgânico torrado e moído na intenção de compra do consumidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 485-491, 2007.

DeRUITER, F. E.; DWYER, J. Consumer acceptance of irradiated foods: dawn of a new era? **Food Service Technology**, v. 2, n. 2, p. 47-58, 2002.

DIEHL, J. F. Food irradiation - past, present and future. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 63, n. 3-6, p. 211-215, 2002.

DOMINGUES, D. M. **Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos “Toyonoka” armazenados sob refrigeração**. 2000. 58 f. Dissertação - (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

DONAZZOLO, J.; HUNSCHE M.; BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Utilização de filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) para prolongar a vida pós-colheita de morangos, cv. Oso Grande. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 165-172, 2003.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

ELMAN, I. ; SILVA, M. E. M. P. Crianças portadoras de leucemia linfóide aguda: análise dos limiares de detecção dos gostos básicos. **Revista Brasileira de Cancerologia**, São Paulo, v. 53, n. 3, p. 297-303, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). A cultura do morango. **Coleção Plantar**, Embrapa Informação e Tecnologia, Brasília: Distrito Federal. 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema de produção do morango**. Sistema de Produção, 5. Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

ESTEVES, E. **Análise sensorial**. Área departamental de engenharia alimentar, Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 2009. Disponível em: <[http://w3.ualg.pt/~eesteves/docs/Microsoft%20Word%20-%20AnaliseSensorial\\_091.pdf](http://w3.ualg.pt/~eesteves/docs/Microsoft%20Word%20-%20AnaliseSensorial_091.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2012.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Statement summarizing the conclusions and recommendations from the opinions on the safety of irradiation of food adopted by the BIOHAZ and CEF panels. **The EFSA Journal**, v. 9, n. 4, p. 2107, 2011.

EUSTICE, R. F.; BRUHN, C. M. Consumer acceptance and marketing of irradiated foods. In: FAN X.; SOMMERS, C. H. (Eds.). **Food irradiation research and technology**. 2ª ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists, cap. 10, p. 173-195, 2013.

FALKENSTEIN, D. Strawberry E. coli O157:H7 outbreak update: 13 ill; berry sales may have been illegal. **Food Poison Journal**, 2011. Disponível em: <<http://www.foodpoisonjournal.com/foodborne-illness-outbreaks/strawberry-e-coli-o157h7-outbreak-update-13-ill-berry-sales-may-have-been-illegal>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. **Food & Environmental Protection Newsletter**, v. 14, n. 1, 2011. 36p.

- FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. **Food irradiation: a better way to kill microbes associated with food borne illness**. 2012. Disponível em: <<http://www-naweb.iaea.org/nafa/news/food-irradiation.html>>. Acesso em: 21 mar. 2012.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- FOLLETTI, P. A.; ARMSTRONG, J. W. Revised irradiation doses to control melon fly, mediterranean fruit fly, and oriental fruit fly (*Diptera: Tephritidae*) and a generic dose for tephritid fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 4, p. 1254-1262, 2004.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT**. 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 15 mar. 2013.
- FORD, N. J. & RENNIE, D. M. Consumer understanding of food irradiation. **Journal of Consumer Studies & Home Economics**, v. 11, n. 4, p. 305-320, 1987.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, 2008. 182p.
- FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 614-619, 2008.
- FRATA, M. T.; BENASSI, M. T.; MINIM, V. P. R.; PRUDENCIO, S. H. Atributos da embalagem e intenção de compra de suco e néctar de laranja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, p. 847-858, 2009.
- GALLUP ORGANIZATION, THE. **Consumer awareness, knowledge, and acceptance of food irradiation**. Statistical report. American Meat Institute Foundation, 1993.
- GOETZ, G. Did deer cause oregon's strawberry outbreak? **Food Safety News**, 2011. Disponível em: <<http://www.foodsafetynews.com/2011/08/epis-pinpoint-strawberries-in-or-e-coli-outbreak/>>. Acesso em: 05 mar. 2013.
- GONÇALVES, A. M. O. **Influência dos defeitos dos grãos de café na percepção das características sensoriais da bebida pelo consumidor**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ.
- GRAHAM, W. D.; STEVENSON, M.H. Effect of irradiation on vitamin C content of strawberries and potatoes in combination with storage and with further cooking in potatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 75, n. 3, p. 371-377, 1997.
- GREEN, P. E.; RAO, V. R. Conjoint measurement for quantifying judgmental data. **Journal of Marketing Research**, v. 8, p. 355-363, 1971.
- GROCERY MANUFACTURERS ASSOCIATION (GMA). **Food irradiation: A guide for consumers, policymakers and the media**. 2009. Disponível em:

<[http://www.gmaonline.org/downloads/research-and-reports/SPP\\_Irradiation5.pdf](http://www.gmaonline.org/downloads/research-and-reports/SPP_Irradiation5.pdf)>. Acesso em: 31 jan. 2013.

GUERRERO, L.; COLOMER, W.; GUÀRDIA, M. D.; XICOLA, J.; CLOTET, R. Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 5, p.387-395, 2000.

GUNES, G.; TEKIN, M. D. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: results of a survey conducted on Turkish consumers. **LWT**, v. 39, n. 4, p. 443-447, 2006.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Conjoint Analysis. In: HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis with readings**. 4ª ed. Englewood Cliss/New Jersey: Prentice Hall, p. 556-615, 1995.

HARWOOD M. L.; ZIEGLER, G. R.; HAYES, J. E. Rejection thresholds in chocolate milk: Evidence for segmentation. **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 1, p. 128-133, 2012a.

HARWOOD M. L.; ZIEGLER, G. R.; HAYES, J. E. Rejection thresholds in solid chocolate-flavored compound coating. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 10, 2012b.

HENSON, S. Demand-side constraints on the introduction of new food technologies: the case of food irradiation. **Food Policy**, v. 20, n. 2, p. 111-127, 1995.

HENZ, P. G. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 260-265, 2010.

HERNANDES, N. K.; VITAL, H. C.; SABAA SRUR, A. U. O. Irradiação de alimentos. **Boletim SBCTA**, v. 37, n. 2, p. 154-159, 2003.

HUANG, C. L.; WOLFE, K.; MCKISSICK, J. Willingness to pay for irradiated meat products: a comparison between poultry and pork. **Southern Business and Economic Journal**, v. 30, n. 1-2, p. 71-78, 2007.

IEMMA, J.; ALCARDE, A. R.; DOMARCO, R. E.; SPOTO, M. H. F.; BLUMER, L.; MATRAIA, C. Radiação gama na conservação do suco natural de laranja. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1193-1198, 1999.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). Morango capixaba: garantia de qualidade. Informativo especial do instituto capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. **Incaper em Revista**, ano 1, n. 1, 2010.

INTERNATIONAL CONSULTATIVE GROUP ON FOOD IRRADIATION (ICGFI). **Facts about food irradiation**. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1999.

ISO. Sensory analysis - Methodology - Method of investigating sensitivity of taste. International Organization for Standardization, **International Standard ISO 3972**: 1991, Switzerland: ISO.



JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. Radiation protection of foods, and nature of microbial radiation resistance. In: JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. (Eds.), **Modern food microbiology**, 7<sup>th</sup> ed. Springer New York: Science, p. 371-390. 2005.

JOHNSON, A. M.; REYNOLDS, A. S.; CHEN, J.; RESURRECCION, A. Consumer attitudes towards irradiated food: 2003 vs. 1993. **Food Protection Trends**, v. 24, p. 408-418, 2004.

JUNQUEIRA-GONÇALVES, M. P.; GALOTTO, M. J.; VALENZUELA, X.; DINTEN, C. M.; AGUIRRE, P.; MILTZ, J. Perception and view of consumers on food irradiation and the radura symbol. **Radiation Physics & Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 119–122, 2011.

KOTLER, P. **Marketing Management**. The Millennium Edition. London. Prentice-Hal, 2000.

LIMA FILHO, T.; TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T.; FERREIRA, G. A. M.; SOUZA, M. C. Energia ionizante na conservação de alimentos: revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 243-254, 2012.

LYNCH, M. F.; TAUXE, R. V.; HEDBERG, C. W. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. **Epidemiology and Infection**, v. 137, n. 3, p. 307-315, 2009.

MADAIL, J. C. M. **Economia do Morango**. In: Simpósio Nacional do Morango: III Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, 2008. Disponível em: <[http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2008/simposio\\_morango\\_frutas/apresentacoes\\_pdf/Madail.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2008/simposio_morango_frutas/apresentacoes_pdf/Madail.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2012

MADAIL, J. C. M.; ANTUNES, L. E. C.; RESSIER JUNIOR, C.; BELARMINO, L. C.; NEUTZLING, D. M.; SILVA, B. A. Economia da produção de morango: estudo de caso de transição para produção integrada. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 53**, Embrapa Clima Temperado, 24 p., 2007. Disponível em: < [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/boletins/boletim\\_53.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/boletins/boletim_53.pdf)>. Acesso em 15 set. 2012.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2006.

MARTÍNEZ, G. A., CIVELLO, P. M. Effect of heat treatments on gene expression and enzyme activities associated to cell wall degradation in strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 49, n. 1, p. 38-45, 2008.

MARTINS C. G.; BEHRENS, J. H.; MONTES-VILLANUEVA, N. D.; FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Acceptance and purchase intention of irradiated foods in Brazil: Effect of positive information. **CENTRUM Católica's Working Paper Series**, n. 2012-09-0017, 2012.

MATIN, A. H.; GODDARD, E.; VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of

- nanotechnology? **International Journal of Consumer Studies**, v. 36, n. 2, p. 149-157, 2012.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2006.
- MODA, E. M.; PILON, L.; ZOCCHI, S. S.; SPOTO, M. H. F. Qualidade físico-química e sensorial de abacaxi minimamente processado e irradiado. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 267-276, 2008.
- MOJET J.; CHRIST-HAZELHOF E.; HEIDEMA J. Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? **Chemical Senses**, v. 26, n. 7, p. 845-860, 2001.
- MOORE, H. L. A cross-validity comparison of rating-based and choice-based conjoint analysis models. **International Journal of Research in Marketing**, v. 21, n. 3, p. 299-312, 2004.
- MORAIS, I. V. M.; CENCI, S. A.; DENEDETTI, B. C; MAMEDE, A. M. G. N.; SOARES, A. G.; BARBOZA, H. T. G.; Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 274-281, 2008.
- MOREHOUSE K. M.; KOMOLPRASERT, V. Irradiation of food and packaging: An overview. In: KOMOLPRASERT, V.; MOREHOUSE, K. M. **Irradiation of food and packaging**. Recent Developments. Washington (DC): American Chemical Society, cap. 1, p. 1-11, 2004.
- MORRISON R. M.; ROBERTS T.; WITUCKI L. Irradiation of US poultry – benefits, costs, and export potential. **Food Reviews**, v. 15, p. 16–21, 1992.
- MOSTAFAVI, H. A.; MIRMAJLESSI, S. M.; FATHOLLAHI, H. The potential of food irradiation: benefits and limitations. In: ELISSA, A. H. A. (Ed.). **Trends in vital food and control engineering**. Rijeka: InTech, p. 43-68, 2012.
- NATIONAL CATTLEMEN'S BEEF ASSOCIATION. **Irradiation beef industry study**. National Cattlemen's Beef Association on Behalf of Cattlemen's Beef Board, Centennial, Co. 2004. Disponível em: <<http://www.beef.org/uDocs/Executive%20Summary%20Beef%20Industry%20Irradiation.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2013.
- NAYGA JR, R. M.; POGHOSYAN, A.; NICHOLS, J. P. Will consumers accept irradiated food products? **International Journal of Consumer Studies**, v. 28, n. 2, p. 178-185, 2004.
- OLIVEIRA, A. C. G.; ZANÃO, C. F. P.; ANICETO, A. P. P.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; WALDER, J. M. M. Conservação pós-colheita de goiaba branca kumagai por irradiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 375-396, 2006.
- OLIVEIRA, I. B.; SABATO, S. F. Dissemination of the food irradiation process on different opportunities in Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 71, n.1-2, p. 493-497, 2004.

- OLIVEIRA, L. C. Present situation of food irradiation in South America and regulatory perspectives for Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 57, n. 3-6, p. 249-252, 2000.
- OLSON D. G. Scientific status summary: Irradiation of food. A publication of the IFT expert panel on food safety and nutrition. **Food Technology**, v. 52, n. 1, p. 56-62, 1998.
- ORNELLAS, C. B. D.; GONÇALVES, M. P. J.; SILVA, P. R.; MARTINS, R. T. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.
- POHLMAN, A. J.; WOOD, O. B.; MASON, A. C. Influence of audiovisuals and food samples on consumer acceptance of food irradiation. **Food Technology**, v. 48, n. 12, p. 46-49, 1994.
- POLÍTICA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO (PNAN). Iniciativa de Incentivo ao Consumo de Frutas, Verduras e Legumes, 2009. Disponível em: <<http://nutricao.saude.gov.br/pas.php?conteudo=iniciativa>>. Acesso em: 19 mar. 2012.
- PRESCOTT, J.; NORRIS, L.; KUNST, M.; KIM, S. Estimating a consumer rejection threshold for cork taint in white wine. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 1, p. 345-349, 2005.
- PREVOR, J. **Arguing for irradiation**. 2007. Disponível em: <<http://www.perishablepundit.com/index.php?date=01/11/07&pundit=5>>. Acesso em: 21 mar. 2012.
- RAGA, A. **Incidência de moscas-das-frutas em café e citros e tratamento quarentenário de frutos cítricos com radiação gama**. 1996. 74 f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisa em Energia Nuclear, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROCHA, D. A.; ABREU, C. M.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; FONSECA, E. W. N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Brasil Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 2008.
- SABATO, S. F.; SILVA, L. M.; CRUZ, J. N.; BROISLER, P. O.; RELA, P. R.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Advances in commercial application of gamma radiation in tropical fruits at Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 78, n. 7-8, p. 655-658, 2009.
- SALIBA, A. J.; BULLOCK, J.; HARDIE, W. J. Consumer Rejection Threshold for 1,8-cineole (Eucalyptol) in Australian Red Wine. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 7, p. 500-504, 2009.
- SANTOS, J. P.; LOZANO, J.; ALEIXANDRE, M.; ARROYO, T.; CABELLOS, J. M.; GIL, M.; HERRILLO, M. C. Threshold detection of aromatic compounds in wine with an electronic nose and a human sensory panel. **Talanta**, v. 80, n. 5, p. 1899-1906, 2010.
- SANTOS, M. R. L. **Efeitos da radiação gama do cobalto 60 em frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em

Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

SANTOS, R. S.; SEVERO, J.; MONTE, F. G.; FAES, A.; SILVA, J. A.; ROMBALDI, C. V. Expressão transcricional de genes da poligalacturonase em morangos cv. Camarosa submetidos à irradiação gama. In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e X ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO, 2008, Pelotas – RS. **Anais...** Pelotas, p. 200, 2008.

SECRETARIA DE AGRICULTUA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA (SEAG). **Governo debate produção de morango durante seminário em Domingos Martins.** 2011. Disponível em: <<http://www.seag.es.gov.br/?p=1488>>. Acesso em: 16 set. 2012.

SENDRA, E.; CAPELLAS, M.; GUAMIS, B.; DELIPE, X.; MOR-MUR, M.; PLA, R. Revisión: irradiación de alimentos - aspectos generales. **Food Science and Technology International**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 1996.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Morango capixaba é destaque nacional.** 2011. Disponível em: <[http://www.faes.org.br/noticias\\_detalhe.php?Cod\\_Noticia=1697](http://www.faes.org.br/noticias_detalhe.php?Cod_Noticia=1697)>. Acesso em: 27 mar. 2013.

SILVA, A. L. F.; ROZA, C. R. Uso da irradiação em alimentos: revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 49-56, 2010.

SILVEIRA, J.; GALESKAS, H.; TAPETTI, R.; LOURENCINI, I. Quem é o consumidor brasileiro de frutas e hortaliças? **Hortifruti Brasil**, 2011. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/103/mat\\_capa.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/103/mat_capa.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2012.

STEPHEN, G. S.; DOWNING-MATIBAG, T. Consumer acceptance of food irradiation: a test of the recreancy theorem. **International Journal. Consumer Studies**, v. 33, n.4, p. 1470-6423, 2009.

SWETS, J. A. Is there a sensory threshold? **Science**, News Series, v. 134, p. 168-177, 1961.

THOMAS, P. A. Section 3.4. Consumer acceptance. **Radiation Physics and Chemistry**. v. 35, n. 1-3, p. 342-344, 1990.

THOMAS, P. Irradiation of strawberries: a compilation of technical data for its authorization and control. Geneva: **WHO**, 1993. 37p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Irradiation of produce imports: small inroads, big obstacles. **Amber Waves**, v. 9, n. 2, 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Questions and answers on irradiated ground beef.** Release No. qa0172.03. United States Department of Agriculture, Washington, D.C, 2003. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 11 out. 2011.

UNIVERSITY OF ILLINOIS EXTENSION. **Strawberries & more - Facts.** 2013. Disponível em: <<http://urbanext.illinois.edu/strawberries/facts.cfm>>. Acesso em 25 mar. 2013.

- VACHON, C.; D'APRANO, G.; LACROIX, M.; LETENDRE, M. Effect of edible coating process and irradiation treatment of strawberry *Fragaria spp.* on storage-keeping quality. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 2, p. 608-612, 2003.
- VERRUDA-BERNARDI, M. R.; SPOTO, M. H. F. Efeito da radiação gama sobre o perfil sensorial de suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 28-32, 2003.
- VITAL, H. C.; HERNANDES, N. K.; SANTOS, A. A conservação de alimentos por irradiação. **Revista CTEx P & D**. Centro Tecnológico do Exército, Rio de Janeiro - RJ. Ano II, n. 2, p. 45-50, 2008.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). High dose irradiation: wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. **Technical Report Series 890**. World Health Organization, Geneva, 1999. 204 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Wholesomeness of irradiated food. **Technical Report Series 659**. World Health Organization, Geneva, 1981. 36 p.
- YU L.; REITMEIER C. A.; GLEASON M. L.; NONNECKE G. R.; OLSON D. G.; GLADON R. J. Quality of electron beam-irradiated strawberries. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 5, p. 1084-1087, 1995.
- YU, L.; REITMEIER, C. A.; LOVE, M. H. Strawberry texture and pectin content as affected by electrom beam irradiation. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 4, p. 844-846, 1996.
- ZEGOTA, H. Suitability of Dukat strawberries for studying effects on shelf life of irradiation combined with cold storage. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 187, n. 2, p. 111-114, 1988.
- ZHONG, K.; HU, X.; ZHAO, G.; CHEN, F.; LIAO, X. Inactivation and conformational change of horseradish peroxidase induced by pulsed electric field. **Food Chemistry**, v. 92, n. 3, p. 473-479, 2005.

# **CAPÍTULO I**

**DETERMINAÇÃO DOS LIMIARES DE REJEIÇÃO E DETECÇÃO  
SENSORIAL E INVESTIGAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DE GOSTO DOCE  
PERCEBIDO E DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MORANGO  
IRRADIADO**

## **Determinação dos limiares de rejeição e detecção sensorial e investigação das alterações de gosto doce percebido e das características físico-químicas de morango irradiado**

### Resumo

O morango enfrenta dois grandes problemas com micro-organismos: a deterioração por fungos e a possível presença de micro-organismos patogênicos. A irradiação é uma técnica que tem sido apontada como possível solução para aumentar a vida de prateleira de alimentos e diminuir a ocorrência de inúmeros surtos de doenças veiculadas por alimentos. Quando doses controladas são administradas, a irradiação pode tornar os alimentos mais seguros, sem alterar suas características sensoriais. Entretanto, a partir de certas doses ocorrem alterações sensoriais indesejadas. Nesse contexto, determinou-se o limiar de rejeição pelo consumidor (LRC) e o limiar de detecção (LD) para doses de radiação em morango e se investigou as alterações da intensidade de gosto doce percebida e das características físico-químicas do morango irradiado. Os julgadores realizaram teste pareado-preferência, teste triangular e teste pareado-diferença para gosto doce para determinar o LRC, o LD e investigar a diferença de gosto doce entre as amostras, respectivamente. As análises físico-químicas realizadas foram pH, acidez titulável total, sólidos solúveis, firmeza por penetrômetro e açúcares redutores e totais. Os LRC e LD medidos foram 3,6 kGy e 0,405 kGy, respectivamente. O LD foi menor que o limite inferior (1,5 kGy) e o LRC foi maior que o limite superior (3,0 kGy) de doses de radiação geralmente recomendadas para morango. Foi observado aumento da intensidade de gosto doce percebida no morango com o aumento da dose de radiação utilizada. O morango irradiado a 4 kGy foi estatisticamente mais doce que o morango não irradiado ( $p < 0,05$ ). Verificou-se pouca variação nos valores de pH, acidez titulável total, sólidos solúveis e açúcares totais com aumento da dose de radiação do morango. Entretanto, verificou-se maior teor de açúcares redutores no morango irradiado a 4 kGy quando comparado às outras amostras de morango, e queda acentuada dos valores de firmeza com o aumento da dose de radiação. Portanto, as principais alterações sensoriais e físico-químicas observadas com o aumento da dose de radiação utilizada no morango foram o aumento da intensidade de gosto doce percebido e a diminuição da firmeza do morango. O LRC obtido serve de orientação para produtores e indústrias que comercializam ou pretendem comercializar morango irradiado. Além disso, o LRC de 3,6 kGy pode incentivar a utilização de doses maiores de irradiação do que as geralmente recomendadas para morango, resultando em maior eliminação de micro-organismos deterioradores e patogênicos e, conseqüentemente, maior disponibilidade de morangos microbiologicamente seguros e com maior vida de prateleira, diminuindo perdas.

Palavras-chave: radiação gama, limiar sensorial, irradiação de alimentos.

## *Abstract*

Strawberry encounters two major problems regarding microorganisms: fungal rot and the possible presence of pathogenic microorganisms. Irradiation is a technique that has been suggested as a possible solution to increase the shelf life of food and decrease the occurrence of outbreaks of food-borne diseases. When controlled doses are administered, irradiation can make food safer without changing its sensory characteristics. However, unwanted sensory changes occur at certain doses. Therefore, this study aimed at ascertaining the consumer rejection threshold (CRT) and the detection threshold (DT) for irradiation doses in strawberries. It was also investigated the changes in intensity of sweet taste and in physico-chemical characteristics of irradiated strawberries. Judges participated in paired preference tests, in triangular tests and in paired difference directional tests for sweet taste to determine CRT, DT and investigate the difference in intensity of sweet taste of samples, respectively. Physico-chemical analyzes performed were: pH, titratable acidity, soluble solids, firmness by penetrometer and total and reducing sugars. The CRT and DT were 3.6 kGy and 0.405 kGy, respectively. The DT was less than the lower limit (1.5 kGy) and the CRT was greater than the upper limit (3.0 kGy) of irradiation doses generally recommended for strawberries. It was observed an increasing in intensity of sweet taste of the strawberry with increasing irradiation dose used. Irradiated strawberries at dose of 4 kGy had a higher intensity of sweet taste than non-irradiated strawberries ( $p < 0.05$ ). There was little variation in pH, titratable acidity, soluble solids and total sugars with increased irradiation dose of strawberry. However, there was a higher content of reducing sugars in strawberry irradiated at 4 kGy when compared to other samples of strawberry, and a sharp decline in values of firmness with increasing irradiation dose. Therefore, the main sensory and physico-chemical changes observed were an increasing in the intensity of sweet taste and the decrease in the firmness of the fruit as the irradiation dosage increased. The calculated CRT serves as a guideline for producers and industries that market or intend to market irradiated strawberries. Additionally, the CRT of 3.6 kGy obtained may encourage the use of higher doses of irradiation than those generally recommended for strawberry, resulting in increased elimination of pathogenic and spoilage microorganisms and thus a greater availability of strawberries microbiologically safe and with longer shelf life, decreasing losses.

*Keywords:* gamma radiation, sensory threshold, food irradiation.

## **1. INTRODUÇÃO**

O morango (*Fragaria ssp.*) é considerado um dos frutos de maior importância entre as frutas pequenas, uma vez que possui alta produtividade e sabor atrativo (FRANÇOSO et al., 2008). Entretanto, o morango enfrenta dois grandes problemas com micro-organismos: a deterioração por fungos e a



possível presença de micro-organismos patogênicos. O morango possui pequena vida de prateleira e as perdas durante o armazenamento podem atingir até 40 % (VACHON et al., 2003). Além disso, recentemente tem ocorrido inúmeros surtos de doenças transmitidas por morangos contaminados. Em 2006, ocorreu um surto de *E. coli* O26, em Massachusetts - EUA (CDC, 2010); e, em 2011, uma pessoa morreu e outras 15 adoeceram devido ao consumo de morangos contaminados com *E. coli* O157:H7 em Oregon – EUA (FALKENSTEIN, 2011; GOETZ, 2011). Tais fatos denotam a necessidade de utilizar uma técnica de conservação que garanta a oferta de morangos *in natura* microbiologicamente mais seguros e com maior vida de prateleira, sem que suas características sensoriais e nutricionais sejam comprometidas.

A utilização da irradiação em alimentos entrou em evidência nos últimos anos devido ao seu potencial em eliminar micro-organismos deterioradores e patogênicos em frutas e hortaliças frescas (PREVOR, 2007; LYNCH et al., 2009; FAO/IAEA, 2012). A irradiação é uma técnica que impede a divisão das células vivas como bactérias, fungos e organismos superiores, pois altera suas estruturas moleculares (DEL MASTRO, 1999; FELLOWS, 2006). Estudos têm demonstrado que a irradiação pode eliminar micro-organismos patogênicos e estender a vida de prateleira do morango em mais de uma semana (ZEGOTA, 1988; THOMAS, 1993).

Quando doses de radiação controladas são administradas, as alterações nas características nutricionais e sensoriais dos alimentos são mínimas (HERNANDES et al., 2003; FELLOWS, 2006). Entretanto, não existe uma única dose ideal para todos os alimentos. Os alimentos podem apresentar alterações sensoriais indesejadas a partir de determinadas doses e tais alterações variam em função do alimento e da dose.

No morango, a modificação da textura é a principal alteração sensorial provocada pela irradiação (D'AMOUR et al., 1993; THOMAS, 1993; YU et al., 1995; YU et al., 1996). Tem sido observado que, quanto maior a dose de radiação utilizada no morango, menor é a firmeza do fruto (THOMAS, 1993). Certas doses de radiação podem ser consideradas pontos de transição, em que as alterações sensoriais podem acarretar em percepção ou rejeição do morango pelo consumidor. Tais pontos de transição são chamados de limiares.

Limiar de detecção (*detection threshold*) (LD) é um conceito bastante utilizado na ciência sensorial e representa o limite mínimo de um estímulo que pode ser percebido por um indivíduo (MEILGAARD et al., 2006). Em relação à aplicação de uma tecnologia como a irradiação, para o morango, esse limiar pode ser definido como a dose mínima de irradiação a partir da qual começam a ocorrer alterações sensoriais perceptíveis no fruto.

Entretanto, as primeiras alterações sensoriais do morango, provocadas por baixas doses de radiação, podem ser mínimas ou até desejáveis, como o aumento da intensidade de gosto doce em frutas relatado por alguns estudos (CAMARGO, 2004; BEHRENS et al., 2009), não comprometendo a aceitação sensorial do produto. Dessa forma, seria interessante investigar a dose a partir da qual começa a ocorrer rejeição sensorial do morango pelo consumidor. Este tipo de estudo da rejeição foi proposto por Prescott et al. (2005), que sugeriram o conceito de *consumer rejection threshold* (aqui denominado limiar de rejeição pelo consumidor ou LRC). Este novo conceito baseia-se em avaliar a preferência dos consumidores utilizando-se testes pareado-preferência dentro do método de estímulo constante da metodologia de limiar.

Inicialmente, a metodologia de LRC foi utilizada para avaliar o “gosto de rolha” em vinho (PRESCOTT et al., 2005). Posteriormente, foi utilizada para determinar o LRC para defeitos em bebidas de café (DELIZA et al., 2005) e para 1,8-cineol (eucaliptol) em vinho tinto australiano (SALIBA et al., 2009). No entanto, tal metodologia também é adequada para determinar o LRC para dose de radiação em morango, uma vez que os consumidores podem não rejeitar as alterações sensoriais ocasionadas por pequenas doses de radiação, mas podem, possivelmente, rejeitar as alterações provocadas por doses mais elevadas, existindo um ponto de transição entre não rejeitar e rejeitar.

A partir de determinadas doses de radiação também pode ocorrer alteração nas características físico-químicas dos alimentos. Estudos têm verificado, por exemplo, que a irradiação de manga causa diminuição da firmeza, medida por penetrômetro, e do pH (SABATO et al., 2009). Além disso, baixas doses de radiação podem converter amido e pectina em monossacarídeos, o que pode resultar em maior intensidade de gosto doce em frutas irradiadas quando comparadas às equivalentes não irradiadas

(THOMAS, 1986; FELLOWS, 2006). Tais alterações também podem ocorrer no morango e acarretar em alterações sensoriais. Entretanto, são necessários maiores estudos a fim de investigar a ocorrência destas alterações no morango.

Em uma tentativa de auxiliar os produtores e indústrias que comercializam ou pretendem comercializar morangos irradiados, o presente estudo teve como objetivo determinar o limiar de rejeição pelo consumidor (LRC) e o limiar de detecção (LD) para dose de radiação em morango e investigar as alterações da intensidade de gosto doce percebido e das características físico-químicas de morango irradiado em diferentes doses.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – ES, Brasil, sob o número 65403.

### **2.1. MATERIAL**

Os morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) da variedade Camino Real, safra 2012, foram adquiridos junto a produtor de Guaçuí - ES. Foi realizada a colheita de morangos com 75% da superfície de cor vermelho-brilhante, considerada a maturação ideal para comercialização *in natura* (EMBRAPA, 2005). Após a colheita foi realizada a seleção, acondicionamento em embalagem de polietileno tereftalato (PET) e resfriamento dos morangos em geladeira convencional a 8°C durante, aproximadamente, 10 horas.

### **2.2. IRRADIAÇÃO**

Após refrigerados, os morangos foram divididos em vários lotes; um lote foi composto por morangos não irradiados (controle) e os demais lotes foram constituídos de morangos a serem irradiados em diferentes doses, segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para garantir a

homogeneidade nas condições de armazenamento, os lotes de morango (controle e irradiado) foram acondicionados em caixas de isopor juntamente com recipientes de plástico fechado contendo gelo, de forma que não ocorresse o contato direto do recipiente de gelo com as embalagens de morango, a fim de evitar a ocorrência de injúria pelo frio. As caixas de isopor do lote de morangos controle foram armazenadas em sala do laboratório de Análise Sensorial do CCA-UFES e as caixas contendo os outros lotes foram transportadas até o local de irradiação. A temperatura de armazenamento do lote de morango controle e a temperatura de transporte dos lotes a serem irradiados foram de, aproximadamente, 8°C.

As caixas de isopor do lote de morangos controle foram armazenadas, a 8°C, em sala do laboratório de Análise Sensorial do CCA-UFES e as caixas de isopor dos lotes que seriam irradiados foram transportadas, a 8°C, até o local de irradiação.

A irradiação dos morangos ocorreu a 8°C, um dia após a colheita, no Laboratório de Irradiação Gama (LIG) do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte – MG, utilizando fonte de Cobalto 60 em irradiador Panorâmico Multipropósito de Categoria II, fabricado pela MDS Nordion no Canadá, Modelo/número de série IR-214 e tipo GB-127, com atividade máxima de 2.200 TBq ou 60.000 Ci. As doses utilizadas foram determinadas em testes preliminares.

### 2.3. TESTES PRELIMINARES

Testes preliminares foram realizados, pelos próprios pesquisadores deste estudo, no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), a fim de verificar quais alterações sensoriais ocorrem nos morangos submetidos às diferentes doses de radiação e para a escolha das doses a serem estudadas nas metodologias do LRC e LD.

Foram analisados morango controle e morangos irradiados nas doses de 0,5 kGy, 1,0 kGy, 1,5 kGy, 2 kGy e 3 kGy. Verificou-se que a utilização da

dose de 2 kGy já acarretava em perda de firmeza do morango; na dose de 3 kGy, tal alteração foi ainda mais acentuada.

Para a determinação do LRC e do LD deve-se utilizar uma faixa apropriada de intensidade do estímulo (no caso, dose de radiação) que inclua a sensibilidade individual dos julgadores. Além disso, mesmo sendo verificado que na dose de 3 kGy o morango já apresentava acentuada perda de firmeza, tal alteração poderia não acarretar em rejeição do morango. Dessa forma, como margem de segurança, optou-se por estudar doses de até 4 kGy na determinação do LRC.

As doses determinadas para o estudo foram, portanto:

- Avaliação do LRC: 0,5 kGy, 1 kGy, 2 kGy, 3 kGy, 4 kGy.
- Avaliação do LD: 0,125 kGy, 0,25kGy, 0,5 kGy, 1 kGy, 1,5 kGy, 2 kGy.

## 2.4. ANÁLISE SENSORIAL

Os testes sensoriais deste estudo (determinação do limiar de rejeição, determinação do limiar de detecção e testes pareado-diferença) foram realizados no laboratório de Análise Sensorial do CCA-UFES, em cabines individuais e sob luz branca.

Momentos antes das análises sensoriais os morangos (controle e irradiado) foram higienizados em água corrente.

### 2.4.1. Julgadores

Consumidores regulares de morango foram recrutados entre alunos e funcionários da Universidade Federal do Espírito Santo e moradores de Alegre – ES, Brasil.

Os julgadores do estudo da determinação do LRC foram compostos por 62 mulheres e 31 homens com idade entre 18 e 40 anos. A maioria (58 %) possuía idade entre 20 e 30 anos.

Os julgadores do estudo da determinação do LD foram compostos por 55 mulheres e 25 homens com idade entre 18 e 40 anos, dos quais a maioria (57,5 %) tinha idade entre 20 e 30 anos.

Os julgadores do estudo da diferença de gosto doce entre as amostras de morango foram compostos por 17 mulheres e 9 homens com a maioria possuindo idade entre 20 e 30 anos. Nesse estudo foram utilizados julgadores que já haviam sido treinados para análise descritiva de outros alimentos ou já haviam realizado testes sensoriais de diferença.

#### **2.4.2. Determinação do limiar de rejeição**

O LRC foi medido seguindo os procedimentos propostos por Prescott et al. (2005), os quais são descritos a seguir.

Os julgadores realizaram cinco testes pareado-preferência (STONE e SIDEL, 1993), um para cada dose de radiação em estudo. Cada par de amostras consistiu de uma amostra de morango não irradiado e uma amostra de morango irradiado em uma das doses descritas anteriormente para avaliação do LRC. Foi solicitado aos julgadores provar as amostras e indicar, na ficha disponibilizada (Figura 1.1), a preferida. Após enxaguar a boca com água filtrada, os julgadores recebiam um novo par de amostras codificadas a cada 5 minutos. Foi utilizado o Método do Estímulo Constante da metodologia do limiar de detecção. Assim, as doses de radiação foram apresentadas em ordem crescente e a posição da amostra irradiada, dentro de cada par, foi aleatorizada (PRESCOTT et al., 2005).

Nome: _____	Data: _____
Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita, anote o código das amostras e circule o código da amostra de sua preferência. Enxágüe a boca com água entre as avaliações e espere trinta segundos.	
_____	_____
Comentários: _____	

Figura 1.1 – Ficha utilizada nos Testes Pareado-Preferência (Baseado em: Reis e Minim, 2010).

Os dados coletados foram usados na elaboração de um gráfico das porcentagens de julgadores que preferiram a amostra controle (eixo y) em função das doses de radiação em estudo (eixo x). O limiar de rejeição foi calculado por interpolação, sendo a dose correspondente à porcentagem de julgadores que preferiram a amostra controle necessária para uma significância estatística ( $p < 0,05$ ), segundo tabela de distribuição binomial para teste pareado-preferência (ISO, 2005; PRESCOTT et al., 2005).

### 2.4.3. Determinação do limiar de detecção

A metodologia para determinação do limiar de detecção também foi baseada em Prescott et al. (2005). Os julgadores avaliaram os morangos por meio de seis testes triangulares (STONE e SIDEL, 1993), em que, em cada triângulo, uma das três amostras era irradiada e as demais eram não irradiadas. Foi solicitado que os julgadores provassem as amostras e identificasse, em ficha disponibilizada (Figura 1.2), a amostra diferente. Após enxaguar a boca com água filtrada, os julgadores recebiam um novo trio de amostras codificadas a cada 5 minutos. Foi utilizado o Método do Estímulo Constante. Assim, as doses de radiação foram apresentadas em ordem crescente e a posição da amostra irradiada, dentro de cada triângulo, foi aleatorizada (PRESCOTT et al., 2005).

Nome: _____ Data: _____
Duas das três amostras apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita, anote os códigos das amostras e circule o código daquela que lhe pareça diferente. Enxágue a boca com água entre as avaliações e espere trinta segundos.
_____
Comentários: _____

Figura 1.2 – Ficha utilizada nos Testes Triangulares (Baseado em: ISO, 2004).

Os dados coletados foram usados na elaboração de um gráfico das porcentagens de julgadores que acertaram a amostra diferente (eixo y) em função das doses de radiação em estudo (eixo x). O limiar de detecção foi calculado por interpolação, sendo a dose correspondente à porcentagem de julgadores que acertou a amostra diferente necessária para uma significância estatística ( $p < 0,05$ ), segundo tabela de distribuição binomial para testes triangulares (ISO, 2004; PRESCOTT et al., 2005).

#### **2.4.4. Teste pareado-diferença para gosto doce**

Cada julgador realizou dois testes pareado-diferença para o gosto doce; em um teste, foram comparados o morango não irradiado (controle) e o morango irradiado na dose de 2 kGy e, no outro teste, foi comparado o morango não irradiado com o morango irradiado na dose de 4 kGy. Foi avaliada a amostra de morango irradiada na dose de 4 kGy por ter sido esta a dose mais alta estudada na determinação dos limiares sensoriais. A amostra irradiada a 2 kGy foi avaliada por ser a dose média entre a dose mais alta estudada e o morango não irradiado.

Na avaliação das amostras foi solicitado que os julgadores provassem as amostras e identificasse, em ficha disponibilizada (Figura 1.3), a amostra mais doce. Para verificar a existência de diferença estatística entre as amostras ( $p < 0,05$ ) foi utilizada a tabela de distribuição binomial para teste pareado-diferença (ISO, 2005).



Nome: _____	Data: _____
Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita, anote o código das amostras e circule o código da amostra mais doce. Enxágue a boca com água entre as avaliações e espere trinta segundos.	
_____	_____
Comentários: _____	

Figura 1.3 – Ficha utilizada nos Testes Pareado-Diferença (Baseado em: ISO, 2005).

## 2.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Química de Alimentos do CCA-UFES. Tendo em vista que tem sido recomendada a utilização de doses entre 1,5 kGy e 3,0 kGy em morangos (THOMAS, 1993) e, buscando um intervalo constante entre as doses, a fim de tentar observar uma possível alteração das características com o aumento dessas doses, as análises físico-químicas foram realizadas em morangos não irradiados e irradiados nas doses de 1 kGy, 2 kGy, 3 kGy e 4 kGy. Objetivando a caracterização físico-química, os morangos irradiados nas doses determinadas na metodologia de LRC e LD também foram analisados. As análises foram realizadas em uma repetição e em duas replicatas. As médias das replicatas foram apresentadas em tabelas visando à caracterização das amostras.

### 2.5.1. pH

Foram pesadas 10 g da amostra de morango triturado e adicionados 100 mL de água destilada. O pH foi medido por potenciômetro (IAL, 2008), à temperatura ambiente, utilizando pHmetro modelo mPA-210, marca TecnoPON.

### **2.5.2. Acidez titulável total**

Foram pesadas 10 g da amostra de morango triturado e adicionados 100 mL de água destilada. Como a coloração do morango impossibilita a visualização do ponto de viragem quando utilizada solução indicadora, a análise foi realizada com auxílio de pHmetro. A medição foi realizada por titulação com NaOH 0,1 N até pH 8,2, sob temperatura ambiente. Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de morango (IAL, 2008).

### **2.5.3. Sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta em refratômetro de bancada da marca DIGIT. Os resultados foram expressos em °Brix (IAL, 2008).

### **2.5.4. Firmeza**

A firmeza dos frutos foi determinada por meio de penetrômetro manual, com ponteira cilíndrica de 7,9 mm de diâmetro e profundidade de 10 mm. Os resultados foram expressos em kg/cm<sup>2</sup>. Foram escolhidos dois pontos na região equatorial dos frutos, sendo a média calculada entre os dois pontos o valor final de firmeza (PIMENTEL et al., 2007).

### **2.5.5. Açúcares redutores**

Foram determinados de acordo com o método de Eynon Lane por oxirredução por meio de titulação de soluções de Fehling A e B padronizadas. A solução titulante foi constituída de 5 g de morango triturado diluído para 100 mL de água destilada que, anteriormente havia sido agitada e filtrada com auxílio de algodão. O titulado foi uma solução contendo 100 mL de água destilada e 10 mL da mistura das soluções de Fehling A e B, que foi aquecida (até temperatura de ebulição) e titulada sob agitação com auxílio de indicador azul

de metileno 1 %. Os resultados foram expressos em gramas de açúcares redutores em 100 g de morango (LANE e EYNON, 1934).

#### **2.5.6. Açúcares totais**

Também foi determinado de acordo com método de Eynon Lane por meio de titulação de soluções de Fehling A e B padronizadas. A titulação foi realizada de acordo com os mesmos procedimentos da determinação dos açúcares redutores, com a diferença de que a solução titulante passou por uma digestão ácida antes da titulação. A digestão ácida consistiu em adicionar, na solução de 5 g de morango triturado diluído para 100 mL de água destilada, 2 mL de HCl 2 N, levá-la em banho maria durante 5 minutos a 70°C, resfriá-la, adicionar 3 mL de NaOH 1 N, filtrar e completar o volume com água destilada até 100 mL. Os resultados foram expressos em gramas de açúcares totais em 100 g de morango (LANE e EYNON, 1934).

#### **2.5.7. Açúcares não redutores**

O teor de açúcares não redutores foi obtido a partir da diferença do teor de açúcares redutores do teor de açúcares totais, expresso em gramas de açúcares não redutores em 100 g de morango (LANE e EYNON, 1934).

### **3. RESULTADOS E DICUSSÃO**

#### **3.1. ANÁLISE SENSORIAL**

Para calcular o limiar de rejeição foi plotado o gráfico da Figura 1.4. É possível visualizar as proporções de julgadores que preferiram a amostra controle à amostra irradiada, para cada dose em estudo. Para o número de 93 julgadores e nível de probabilidade de 5 %, o critério de significância, ou seja, a proporção mínima de respostas necessárias para estabelecer diferença significativa, é de 0,61 (ISO, 2005). Esta proporção está representada pela linha tracejada na Figura 1.4.

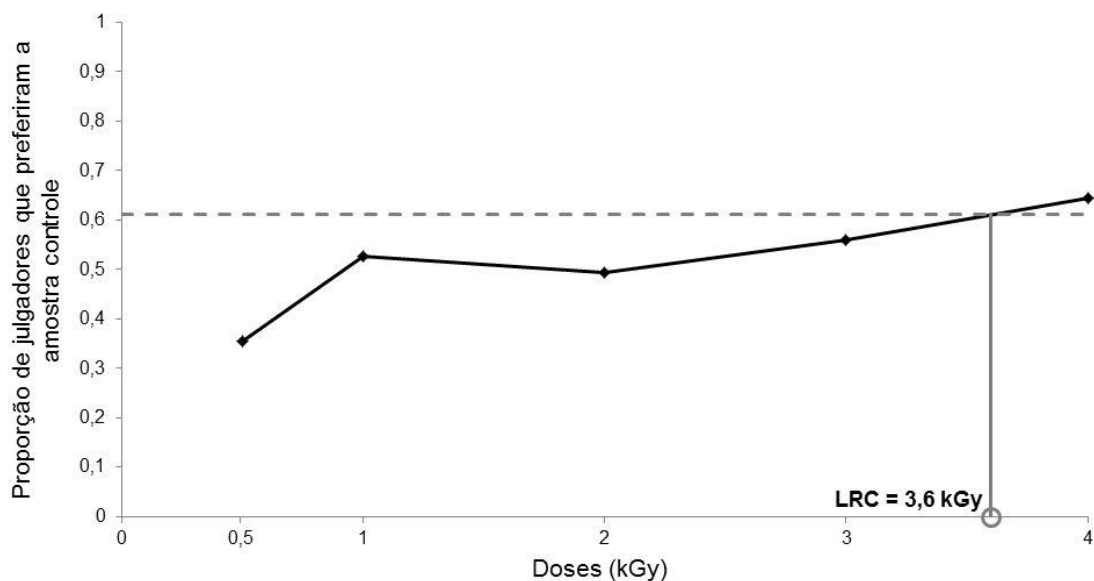


Figura 1.4 - Proporção de julgadores que prefere a amostra controle para cada dose de radiação em estudo. A linha tracejada representa a proporção de julgadores necessária para preferência significativa ( $p < 0,05$ ) (61 % dos julgadores).

A proporção de julgadores que preferiram a amostra controle à amostra irradiada a 3 kGy foi de 0,56, proporção esta abaixo do critério de significância. Já a proporção de julgadores que preferiram a amostra controle à amostra irradiada a 4 kGy foi de 0,64, proporção acima do critério de significância. Portanto, o LRC encontra-se entre estas duas doses. Fazendo uma interpolação para o ponto em que a porcentagem de julgadores que preferem a amostra controle atingiu o critério de significância, obteve-se o LRC de 3,6 kGy.

O cálculo do LD foi semelhante ao do LRC. Pode-se verificar, na Figura 1.5, a proporção de julgadores que acertaram a amostra diferente em função das doses de radiação em estudo. A dose correspondente à porcentagem de julgadores que acertou qual a amostra diferente, necessária para uma significância estatística ( $p < 0,05$ ), foi calculada por interpolação, obtendo-se o valor de 0,405 kGy (LD).

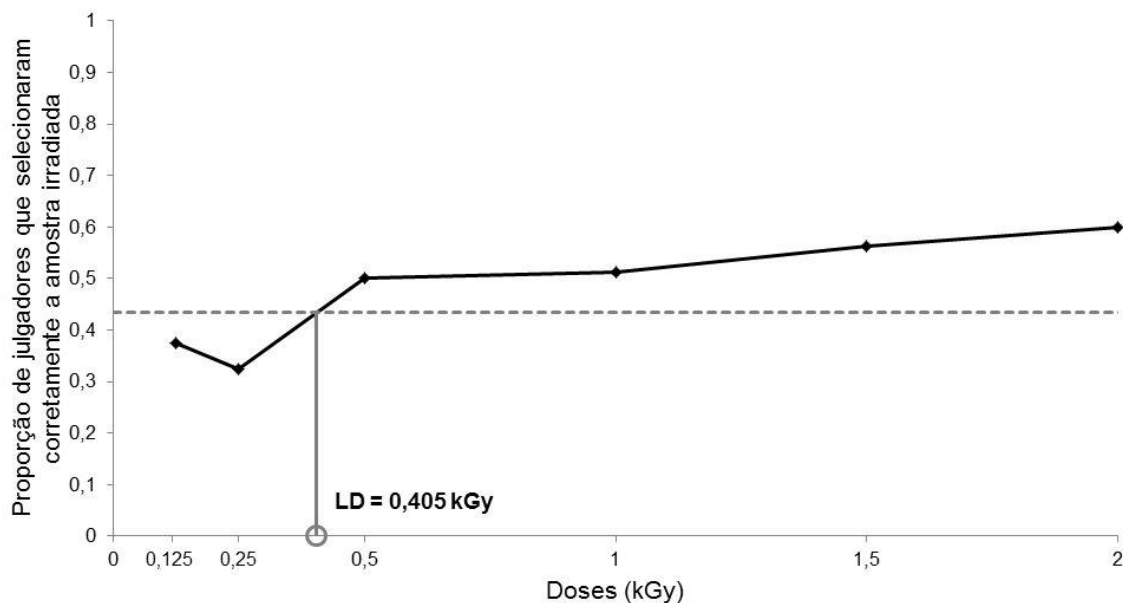


Figura 1.5 - Proporção de julgadores que selecionaram a amostra irradiada como a diferente para cada dose de radiação em estudo. A linha tracejada representa a proporção de julgadores necessária para diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (43 % dos julgadores).

O LD (0,405 kGy) da dose de radiação em morango foi muito baixo quando comparado ao LRC (3,6 kGy). Isto sugere que as alterações sensoriais provocadas por baixas doses de radiação são percebidas pelos julgadores, porém não acarretam rejeição sensorial pelo consumidor, sendo necessária uma dose a partir de 3,6 kGy para ocorrer rejeição sensorial significativa por parte dos consumidores.

Para estender a vida de prateleira de morangos é recomendada a utilização de doses de radiação de 1,5 kGy a 3 kGy. Doses abaixo não atenderiam com eficiência à finalidade pretendida e doses acima desses valores resultariam em textura externa mais macia e perda da cor vermelha (THOMAS, 1993). O LD obtido também é muito baixo quando comparado às doses geralmente recomendadas para estender a vida de prateleira de morango. Já o LRC foi superior à dose máxima de irradiação recomendada.

Estudos têm sugerido que a principal alteração sensorial provocada pela irradiação do morango é a diminuição da firmeza dos frutos (D'AMOUR, 1993; THOMAS, 1993; YU et al., 1995; YU et al., 1996). No presente estudo também foi observada perda de firmeza do morango com o aumento da dose

de radiação utilizada. Esta observação ocorreu principalmente no estudo do LRC; quando doses maiores foram empregadas, alguns julgadores relataram, no local reservado aos comentários nas fichas de respostas, que os morangos irradiados estavam “menos firmes” que os morangos não irradiados. Alguns julgadores escreveram nas fichas utilizadas no estudo do LRC:

“Amostra 298 menos consistente” (J10)

“Amostra 701 mais firme que 952” (J56)

“Morango 952 com textura mais mole que 701” e “298 muito mole” (J46)

A amostra codificada com o código 701 era referente ao morango não irradiado e os códigos 952 e 298 foram atribuídos aos morangos irradiados a 3 kGy e 4 kGy, respectivamente. O código “J10” entre parênteses significa que o comentário foi feito pelo décimo julgador, o “J56” corresponde ao quinquagésimo sexto julgador e assim sucessivamente.

Para alguns julgadores, a maior firmeza do morango não irradiado foi decisiva na preferência por essa amostra ao morango irradiado a 4kGy:

“A amostra 298 estava muito mole” (J85)

No entanto, alguns julgadores observaram maior intensidade de gosto doce nas amostras irradiadas nas doses de 3kGy e 4 kGy quando comparadas às amostras não irradiadas, o que fez com que eles preferissem essas amostras, mesmo tendo apresentado textura menos firme.

“952 mais saboroso, macio e doce” (J27)

“952 um pouco mais doce, porém mais mole” (J43)

“952 mais doce” e “298 mais doce, menos ácido, mais suculento” (J32)

### “298 é mais doce” (J73)

De posse de tais resultados, foram realizados testes pareado-diferença para o gosto doce. Foram comparadas as intensidades de gosto doce perceptível da amostra irradiada na maior dose em estudo (4 kGy) e da amostra irradiada na dose de 2 kGy (dose média entre 0 e 4 kGy), com a amostra controle (não irradiada). Não ocorreu diferença significativa ( $p > 0,05$ ) quanto ao gosto doce entre a amostra não irradiada e a amostra irradiada a 2 kGy; contudo, foi constatada maior intensidade de gosto doce na amostra irradiada a 4 kGy do que na amostra não irradiada ( $p < 0,05$ ) (Figura 1.6).

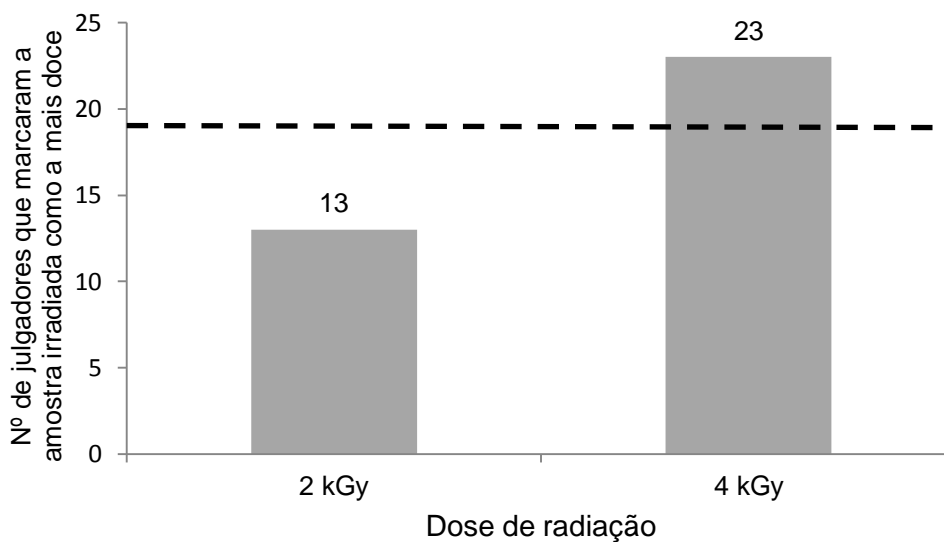


Figura 1.6 – Número de julgadores que indicaram a amostra irradiada como a mais doce. A linha tracejada representa o número de julgadores necessário para diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (19 julgadores).

Camargo (2004), por meio de testes triangulares, constatou que amostras de mamão irradiado eram estatisticamente diferentes das amostras não irradiadas ( $p < 0,01$ ). Dentre os julgadores que acertaram qual amostra era a diferente, cerca de 70 % apresentaram como justificativa o fato de as amostras irradiadas serem mais doces. Behrens et al. (2009) verificaram que mangas irradiadas eram menos firmes e mais doces do que mangas não irradiadas. D'Amour (1993) constatou que morango irradiado na dose de 4kGy

sofreu amolecimento do tecido e parcial degradação dos polissacarídeos da parede celular.

A diminuição da firmeza dos frutos irradiados pode ser explicada pela degradação da pectina e da celulose (FRANCO e LANDGRAF, 2008). Os carboidratos são hidrolisados, oxidados e despolimerizados a compostos mais simples (FELLOWS, 2006), podendo aumentar o teor de monossacarídeos com maior poder edulcorante, o que também pode explicar a maior intensidade de gosto doce nos morangos irradiados a 3 kGy e 4 kGy, observada por alguns julgadores deste estudo.

A maior intensidade de gosto doce percebida no morango irradiado nas doses 3 kGy e 4 kGy pode justificar o alto valor do LRC obtido. Para alguns julgadores, tal alteração sensorial pode prevalecer sobre a menor firmeza observada no morango irradiado, acarretando preferência sensorial pelas amostras irradiadas em maiores doses de radiação. Além disso, o alto LRC obtido pode sugerir que uma parcela da população pode preferir morangos menos firmes a morangos mais firmes e, portanto, mais doces.

Como já comentado, autores têm recomendado a dose limite de 3 kGy na irradiação de morango. O entrave para utilização de maiores doses seria o comprometimento da textura e perda de cor vermelha do fruto (THOMAS, 1993). Entretanto, nenhuma ficha dos testes deste estudo possuiu algum comentário indicando que a diferença entre morango irradiado e não irradiado estava na cor do fruto e, mesmo com alguns julgadores observando perda de firmeza do morango com o aumento da dose de radiação, o LRC obtido demonstrou que, somente a partir da dose de 3,6 kGy, começa a ocorrer rejeição sensorial do morango.

Vale lembrar que, no presente estudo, foram realizados testes de preferência para determinar o LRC e que o fato de uma amostra ser preferida em relação à outra não significa que ela tenha uma aceitação positiva (isto é, uma aceitação evidenciada na parte positiva da escala hedônica). Entretanto, na metodologia de limiar de rejeição proposta por Prescott et al. (2005) adotada no presente estudo, comparou-se a preferência entre amostras submetidas a intensidades crescentes de um estímulo (no caso, dose de radiação) e uma amostra controle. Para a execução correta da metodologia, escolheu-se uma



amostra controle que apresentava aceitação positiva pelo consumidor. Dessa forma, minimizou-se a probabilidade de que uma amostra, que não diferiu estatisticamente quanto à preferência da amostra controle, apresentasse aceitação negativa ou rejeição.

A legislação brasileira não estipula um valor máximo para a dose de radiação utilizada nos alimentos. É determinado apenas que a dose máxima deve ser inferior àquela que compromete as propriedades funcionais e, ou os atributos sensoriais do alimento (BRASIL, 2001). Dessa forma, o LRC obtido no presente estudo pode servir de parâmetro para que a legislação brasileira seja atendida.

### 3.2. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Na Tabela 1.1 podem-se verificar os resultados das análises físico-químicas.

Tabela 1.1 – Resultados das análises físico-químicas

Variável resposta	Doses (kGy)						
	0	0,405	1	2	3	3,6	4
pH	3,76	3,88	3,89	3,84	3,90	3,89	3,87
Acidez titulável total <sup>1</sup>	0,90	0,83	0,76	0,91	0,74	0,71	0,84
Sólidos solúveis <sup>2</sup>	6,10	5,85	6,03	5,88	5,75	6,50	6,03
Açúcares redutores <sup>3</sup>	2,69	2,70	2,78	2,83	2,83	2,83	3,31
Açúcares não redutores <sup>4</sup>	0,90	0,94	1,13	0,94	1,04	0,93	0,33
Açúcares totais <sup>5</sup>	3,60	3,63	3,91	3,77	3,88	3,77	3,64
Firmeza <sup>6</sup>	1,70	1,13	0,93	0,77	0,57	0,48	0,30

<sup>1</sup> g de ácido cítrico em 100 g de morango; <sup>2</sup> °Brix; <sup>3</sup> g de açúcares redutores em 100 g de morango; <sup>4</sup> g de açúcares não redutores em 100 g de morango; <sup>5</sup> g de açúcares totais em 100 g de morango; <sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>.

Pode-se verificar que ocorreu pouca variação nos valores de pH, acidez titulável total, sólidos solúveis e açúcares totais, com o aumento da dose

de radiação utilizada no morango. Entretanto, constatou-se aumento no teor de açúcares redutores no morango irradiado a 4 kGy e queda acentuada dos valores de firmeza medidos por penetrômetro com o aumento da dose de radiação (Tabela 1.1). Os resultados de firmeza são condizentes com os comentários realizados pelos julgadores nas análises dos LRC e LD, que indicaram que os morangos irradiados nas maiores doses em estudo eram menos firmes que a amostra controle.

Françoso et al. (2006) não observaram alterações nos valores de sólidos solúveis, pH e acidez titulável total de amostras de morango irradiados até a dose de 2 kGy.

Não foram encontrados, na literatura, estudos que realizaram as análises de firmeza por penetrômetro e açúcares redutores e totais em morango irradiado. Contudo, existem estudos que realizaram a análise com penetrômetro em outras frutas irradiadas e encontraram resultados semelhantes. Sabato et al. (2009) verificaram que medidas de textura, utilizando penetrômetro, de mangas irradiadas a 1 kGy (1,29 Kg/cm<sup>2</sup>) foram menores que as mangas controle (1,74 kg/cm<sup>2</sup>), após 6 dias de armazenamento. Esta queda acentuada de textura não foi observada para mangas irradiadas a 0,4 kGy.

#### **4. CONCLUSÃO**

O valor de LRC obtido pode incentivar a utilização de doses maiores de irradiação do que as geralmente recomendadas para morango, resultando, provavelmente, em maior eliminação de micro-organismos deterioradores e patogênicos e, conseqüentemente, maior disponibilidade de morangos microbiologicamente seguros e com maior vida de prateleira, diminuindo perdas. O LRC obtido também serve de orientação e como parâmetro para que produtores e indústrias que comercializam ou pretendem comercializar morango irradiado atendam à legislação brasileira. Vale lembrar que, de acordo com os resultados obtidos, a partir da dose de 3,6 kGy começa a ocorrer rejeição sensorial do morango pelo consumidor; assim sendo, para utilização

comercial, é recomendada a adoção de uma margem de segurança e a utilização de doses um pouco menores que o valor calculado.

Foi observado aumento da intensidade de gosto doce e diminuição da firmeza dos frutos com o aumento da dose de radiação utilizada no morango. Contudo, para elucidar estas alterações causadas pela irradiação no morango, tornam-se necessários estudos adicionais que realizem a caracterização sensorial e físico-química de morangos irradiados. Além disso, o fato de a atitude e a preferência dos consumidores serem bastante pessoais demonstra a necessidade de realizar novas pesquisas, em outras regiões e países, a fim de investigar até qual dose o morango pode ser irradiado sem ocorrer rejeição sensorial pelo seu mercado consumidor.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHRENS, J. H.; BARCELLOS, M. N.; FREWER, L. J.; NUNES, T. P.; LANDGRAF, M. Brazilian consumer views on food irradiation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 383-389, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm)>. Acesso em: 12 set. 2011.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Non-O157 Shiga toxin-producing E. coli (STEC) outbreaks, United States**. 2010. Disponível em: <[http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec\\_obs\\_052110.pdf](http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec_obs_052110.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2013.

D'AMOUR, J.; GOSSELIN, C.; ARUL, J.; CASTAIGNE, F.; WILLEMOT, C. Gamma-radiation affects cell wall composition of strawberries. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 182-185, 1993.

CAMARGO, R. J. **Estudo do tratamento combinado de radiação ionizante e cobertura de quitosana em mamão papaia (Caricapapaya L.)**. 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Universidade de São Paulo, São Paulo.

DEL MASTRO, N. L. Development of food irradiation in Brazil. **Progress in Nuclear Energy**, v. 35, n. 3-4, p. 229-248, 1999.

DELIZA, R.; ALVES, P. L. S.; RIBEIRO, E. N.; SILVA, A. L. S.; FARAH, A. Efeito do PVA na preferência da bebida de café. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 4., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília D.F.: 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema de produção do morango**. Sistema de Produção, 5. Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

FALKENSTEIN, D. Strawberry E. coli O157:H7 outbreak update: 13 ill; berry sales may have been illegal. **Food Poison Journal**, 2011. Disponível em: <<http://www.foodpoisonjournal.com/foodborne-illness-outbreaks/strawberry-e-coli-o157h7-outbreak-update-13-ill-berry-sales-may-have-been-illegal>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. **Food irradiation: a better way to kill microbes associated with food borne illness**. 2012. Disponível em: <<http://www-naweb.iaea.org/nafa/news/food-irradiation.html>>. Acesso em: 21 mar. 2012.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, 2008. 182 p.

FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 614-619, 2008.

GOETZ, G. Did deer cause Oregon's strawberry outbreak? **Food Safety News**, 2011. Disponível em: <<http://www.foodsafetynews.com/2011/08/epis-pinpoint-strawberries-in-or-e-coli-outbreak/>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

HERNANDES, N. K.; VITAL, H. C.; SABAA SRUR, A. U. O. Irradiação de alimentos. **Boletim SBCTA**, v. 37, n. 2, p. 154-159, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p., 2008. (Versão eletrônica).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Standard 4120: Sensory analysis – Methodology - Triangular test**. Second edition, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Standard 5495: Sensory analysis - Methodology - Paired comparison test**. Third edition, 2005.

LANE, J. H.; EYNON, L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator. **Normam Rodge, London**, 1934, 8 p.

LIMA FILHO, T.; TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T.; FERREIRA, G. A. M.; SOUZA, M. C. Energia ionizante na conservação de alimentos: Revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 243-254, 2012.

- LYNCH, M. F.; TAUXE, R. V.; HEDBERG, C. W. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. **Epidemiology and Infection**, v. 137, n. 3, p. 307-315, 2009.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4ª ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2006.
- PIMENTEL, R. M. A.; MARCONDES, Y. E. M.; WALDER, J. M. M. Qualidade do mamão CV. *Solo* submetido ao choque térmico e tratamento quarentenário por radiação gama. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 483-487, 2007.
- PRESCOTT, J.; NORRIS, L.; KUNST, M.; KIM, S. Estimating a consumer rejection threshold for cork taint in white wine. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 1, p. 345-349, 2005.
- PREVOR, J. **Arguing for irradiation**. 2007. Disponível em: <<http://www.perishablepundit.com/index.php?date=01/11/07&pundit=5>>. Acesso em: 21 mar. 2012.
- REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 3, p. 66-82, 2010.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.
- SABATO, S. F.; SILVA, L. M.; CRUZ, J. N.; BROISLER, P. O.; RELA, P. R.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Advances in commercial application of gamma radiation in tropical fruits at Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 78, n. 7-8, p. 655-658, 2009.
- SALIBA, A. J.; BULLOCK, J.; HARDIE, W. J. Consumer rejection threshold for 1,8-cineole (eucalyptol) in australian red wine. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 7, p. 500-504, 2009.
- THOMAS, P. **Irradiation of strawberries: a compilation of technical data for its authorization and control**. Geneva: WHO, 1993. 37p.
- THOMAS, P. Radiation preservation of foods of plant origin: III, tropical fruits: bananas mangoes and papayas. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 147-205, 1986.
- VACHON, C.; D'APRANO, G.; LACROIX, M.; LETENDRE, M. Effect of edible coating process and irradiation treatment of strawberry *Fragaria spp.* on storage-keeping quality. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 2, p. 608-612, 2003.
- YU L.; REITMEIER C. A.; GLEASON M. L.; NONNECKE G. R.; OLSON D. G.; GLADON R. J. Quality of electron beam-irradiated strawberries. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 5, p. 1084-1087, 1995.
- YU, L.; REITMEIER, C. A.; LOVE, M. H. Strawberry texture and pectin content as affected by electron beam irradiation. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 4, p. 844-846, 1996.

ZEGOTA, H. Suitability of Dukat strawberries for studying effects on shelf life of irradiation combined with cold storage. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 187, n. 2, p. 111-114, 1988.

## **CAPÍTULO II**

**INFLUÊNCIA DA INFORMAÇÃO NA ACEITAÇÃO SENSORIAL DE  
MORANGO IRRADIADO E EFEITO DA IRRADIAÇÃO NA INATIVAÇÃO DE  
MICRO-ORGANISMOS NO MORANGO**

## **Influência da informação na aceitação sensorial de morango irradiado e efeito da irradiação na inativação de micro-organismos no morango**

### **Resumo**

O morango apresenta curta vida de prateleira e tem sido responsável por surtos de doenças causados pela contaminação por micro-organismos patogênicos. A irradiação é uma técnica que tem sido apontada como possível solução para aumentar a vida de prateleira de alimentos e diminuir a ocorrência de inúmeras doenças veiculadas por alimentos. Entretanto, a demanda por produtos irradiados depende da aceitação sensorial e da aceitação da tecnologia de irradiação pelos consumidores. Inclusive, a rejeição de parte da população pela irradiação diminuiu sua utilização pelas indústrias ao longo dos anos. Nesse contexto, pretendeu-se investigar o impacto da informação do tratamento dado ao morango (morango irradiado) e de informações adicionais sobre a irradiação de alimentos na aceitação do consumidor. Foi objetivo, também, avaliar o efeito da irradiação em micro-organismos presentes no morango. Foram realizadas três sessões de aceitação sensorial, consistindo de um teste cego (sessão 1), um teste com informação do tratamento dado ao morango (sessão 2) e um terceiro teste com informação do tratamento dado ao morango e um texto explicativo sobre o processo de irradiação (sessão 3). Em cada sessão foi servida para 88 julgadores uma amostra de morango não irradiado e uma amostra de morango irradiado na dose de 3,6 kGy (utilizando fonte de cobalto 60). Foram realizadas análises microbiológicas de fungos e leveduras, mesófilos aeróbios e coliformes totais e termotolerantes em morango controle e irradiado (nas doses de 0,405 kGy e 3,6 kGy) armazenados a 8 °C, nos dias 1, 8 e 15 de armazenamento. Por meio de análise de variância constatou-se que o morango irradiado foi menos aceito que o morango controle nas sessões 1 e 2 ( $p \leq 0,05$ ). Na sessão 3 a aceitação global das amostras não diferiu ( $p > 0,05$ ). Por meio de teste t foi constatado que a informação do tratamento dado ao morango na sessão 2 apresentou influência negativa ( $p \leq 0,05$ ) sobre a aceitação do morango irradiado e o texto com informações sobre o processo de irradiação, fornecido na sessão 3, apresentou influência positiva ( $p \leq 0,05$ ) sobre a aceitação do morango irradiado. A análise microbiológica demonstrou que a irradiação do morango na dose de 3,6 kGy foi efetiva na diminuição da carga microbiana de todos os micro-organismos em estudo durante todo período de armazenamento e a dose de 0,405 kGy não apresentou a mesma eficiência. Os resultados indicam que a falta de informação dos consumidores sobre o processo de irradiação tem limitado sua maior aceitação pela população, demonstrando a necessidade de educar a população sobre o processo de irradiação de alimentos e suas aplicações, para que ocorra uma maior aceitação e, conseqüentemente, comercialização de alimentos irradiados.

Palavras-chave: características não sensoriais, aceitação sensorial, irradiação de morango.



## *Abstract*

Strawberry has short shelf life and has been responsible for outbreaks of foodborne diseases due to contamination by pathogenic microorganisms. Irradiation is a technique that has been suggested as a possible solution to increase the shelf life of food and decrease the occurrence of numerous outbreaks of foodborne diseases. However, the demand for irradiated products depends on the sensory acceptance and acceptance of irradiation technology by consumers. The rejection of part of the population by irradiation decreased their use by industries. In this context, we sought to investigate the impact of information of treatment given to strawberry (irradiation) and additional information about food irradiation on consumer acceptance and the irradiation effect on microorganisms present in strawberries. Three sessions of sensory acceptance were performed, consisting of a blind test (session 1), a test with treatment information given to strawberry (session 2) and a third test with information of treatment given to strawberry and a text explaining the irradiation process (session 3). In each session, 88 judges evaluated a non-irradiated strawberry sample and a sample of strawberry irradiated at a dose of 3.6 kGy (using cobalt 60 source). The microbiological analyzes performed were: fungi and yeasts, aerobic mesophilic and total and thermotolerant coliforms in control and irradiated strawberries (at doses of 0.405 kGy and 3.6 kGy) stored under 8° C, at 1, 8 and 15 days of storage. Analysis of variance revealed that irradiated strawberry was less accepted than non-irradiated strawberry in sessions 1 and 2 ( $p \leq 0.05$ ). In section 3 the overall acceptance of samples did not differ ( $p > 0.05$ ). By using t-test it was found that the information of treatment given to strawberry in session 2 had negative influence ( $p \leq 0.05$ ) on the acceptance of irradiated strawberries and that the text with information about the irradiation process, provided in section 3, had positive influence ( $p \leq 0.05$ ) on acceptance of irradiated strawberries. Microbiological analyses showed that irradiation of the strawberry at a dose of 3.6 kGy was effective in reducing the microbial load of all micro-organisms under study throughout the storage period and that the dose of 0.405 kGy did not show the same efficiency. The results indicate that the lack of information about the irradiation process has limited their wider acceptance by the population, demonstrating the need to educate the public about the process of food irradiation and its applications, so that there will be greater acceptance, and consequently, marketing of irradiated food.

*Keyword:* non-sensory characteristics, sensory acceptance, strawberry irradiation.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os recentes surtos de doença devido ao consumo de morango (CDC, 2010; FALKENSTEIN, 2011; GOETZ, 2011) e a pequena vida de prateleira desta fruta, resultando em grandes perdas durante toda sua cadeia produtiva

(VACHON et al., 2003), têm demandado a utilização de novas técnicas de conservação mais eficientes na solução de tais problemas.

Recentemente, a irradiação de alimentos ganhou maior destaque e passou a ser apontada como possível solução para permitir a oferta de frutas e hortaliças frescas com maior vida de prateleira, livres de micro-organismos patogênicos e sem alterações significativas em suas características sensoriais (PREVOR, 2007a; LYNCH et al., 2009; FAO/IAEA, 2012).

A irradiação de alimentos produz íons reativos que danificam ou destroem os micro-organismos, alterando a estrutura da membrana celular, afetando a atividade das enzimas metabólicas e, principalmente, afetando os ácidos desoxirribonucleicos (DNA) e ribonucleicos no núcleo das células (FELLOWS, 2006). Apesar de os fungos serem mais resistentes que as bactérias gram-positivas e serem os principais micro-organismos deterioradores do morango, estudos têm demonstrado que a irradiação pode estender a vida de prateleira do morango em mais de uma semana, além de eliminar micro-organismos patogênicos (ZEGOTA, 1988; THOMAS, 1993; LIMA FILHO et al., 2012).

Entretanto, apesar de a utilização da irradiação ser cientificamente aceita como excelente método de conservação e ser aprovada por diversos países, barreiras relacionadas ao alto custo inicial e a rejeição da técnica de irradiação pelos consumidores, que acham difícil avaliar seus benefícios e, ou são mal informados, têm limitado o progresso comercial de alimentos irradiados (ORNELLAS et al., 2006).

Inúmeros estudos têm documentado a rejeição de uma parcela da população por alimentos irradiados (GUNES e TEKIN, 2006; JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011; CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012; EUSTICE e BRUHN, 2013). Contudo, tal rejeição tem diminuído ao longo dos anos (JOHNSON et al., 2004; MARTINS et al., 2012) e tem sido observado que consumidores, de posse de informações sobre o processo de irradiação, tendem a não rejeitar alimentos irradiados ou até a preferi-los em relação aos não irradiados (ICGFI, 1999; GUNES e TEKIN, 2006; HUANG et al., 2007).

A atitude do consumidor frente a um alimento é muito complexa, sendo influenciada pelas características sensoriais, por vários outros fatores,

chamados de características não sensoriais, e pela interação entre todas essas características (GUERRERO et al., 2000; DELLA LUCIA et al., 2010a). A preocupação dos consumidores com as tecnologias de produção e conservação e sua relação com as influências contextuais, fatores sociais, preocupação com a saúde, conceitos étnicos e culturais e o preço têm limitado a utilização da irradiação em alimentos ao longo dos anos.

Em grande parte dos estudos que revelam a preocupação com esta questão, os testes de aceitação sensorial são a grande ferramenta de auxílio à medida desta influência sobre o comportamento do consumidor. Assim, testes sensoriais que permitam a comparação entre a aceitação cega do produto, isto é, a aceitação sem que sejam expostas ao consumidor características externas como marca e outras informações, e sua aceitação quando são fornecidas informações extras, têm demonstrado ser uma ferramenta importante no estudo da influência que vários fatores não sensoriais têm na percepção do consumidor (DELLA LUCIA et al., 2010a).

Teve-se como objetivo avaliar a influência da informação do tratamento de conservação dado ao morango e de informações adicionais sobre o processo de irradiação na aceitação sensorial de morango irradiado e a influência de diferentes doses de radiação em micro-organismos presentes no morango.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – ES, Brasil, sob o número 65403.

### **2.1. JULGADORES**

Os julgadores do estudo foram compostos por 55 mulheres e 33 homens, com idade entre 18 e 44 anos e consumidores regulares de morango, entre alunos e funcionários do CCA-UFES e moradores de Alegre – ES, Brasil.

## 2.2. MATERIAL

Os morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) da variedade Camino Real, safra 2012, foram adquiridos de um produtor de Guaçuí - ES. Foi realizada a colheita de morangos com 75% da superfície de cor vermelho-brilhante, considerada a maturação ideal para comercialização *in natura* (EMBRAPA, 2005). Após a colheita foi realizada a seleção, acondicionamento em embalagem de polietileno tereftalato (PET) e resfriamento dos morangos em geladeira convencional a 8°C durante, aproximadamente, 10 horas.

## 2.3. IRRADIAÇÃO

Após refrigerados os morangos foram divididos em dois lotes, um lote de morangos não irradiados (controle) e outro lote constituído de morangos que seriam irradiados na dose de 3,6 kGy, segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para garantir homogeneidade nas condições de armazenamento, os dois lotes foram acondicionados em caixas de isopor juntamente com recipientes de plástico fechados contendo gelo, de forma que não ocorresse o contato direto do recipiente com as embalagens de morango, a fim de evitar a ocorrência de injúria pelo frio. As caixas de isopor do lote de morangos controle foram armazenadas em sala do laboratório de Análise Sensorial do CCA-UFES e as caixas contendo o outro lote foram transportadas até o local de irradiação. A temperatura de armazenamento do lote de morango controle e a temperatura de transporte do lote a ser irradiado foram de, aproximadamente, 8°C.

A irradiação dos morangos ocorreu a 8°C, um dia após a colheita, no Laboratório de Irradiação Gama (LIG) do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em Belo Horizonte – MG, utilizando fonte de Cobalto 60 em irradiador Panorâmico Multipropósito de Categoria II, fabricado pela MDS Nordion no Canadá, Modelo/número de série IR-214 e tipo GB-127, com atividade máxima de 2.200 TBq ou 60.000 Ci.

## 2.4. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas foram realizadas em porções de 25 g de morango cortados e pesados assepticamente e homogeneizados em 225 mL de água peptonada 0,1 %. Diluições decimais apropriadas foram preparadas e alíquotas foram transferidas para meios específicos na determinação de cada grupo de micro-organismos. Cada diluição foi plaqueada em duplicata (SILVA et al., 2007).

As análises foram realizadas em amostras de morango não irradiado (controle), de morango irradiado a 0,405 kGy e de morango irradiado a 3,6 kGy nos dias um, oito e 15 de armazenamento. Foram escolhidas as doses de 0,405 kGy e 3,6 kGy por serem o limiar de detecção e limiar de rejeição, respectivamente, determinados no Capítulo I desta dissertação. Dessa forma, visou-se, investigar o efeito dessas doses na inativação de micro-organismos presentes no morango. O armazenamento do morango foi realizado em refrigerador convencional sob temperatura de 8°C.

### 2.4.1. Fungos e leveduras

A contagem padrão de fungos e leveduras foi realizada por espalhamento em superfície, inoculando 0,1 mL das diluições em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico para pH 3,5, com posterior incubação a 25°C por 5 dias (BEUCHAT e COUSIN, 2001). Foram selecionadas as placas com 15 colônias a 150 colônias, as quais foram contadas com auxílio de contador de colônias (SILVA et al., 2007).

### 2.4.2. Mesófilos aeróbios

Para enumeração de mesófilos aeróbios utilizou-se o método de plaqueamento em profundidade. Foram inoculados 0,1 mL das diluições em placas com Ágar Padrão para Contagem (PCA) e incubados em estufa incubadora regulada a 35°C  $\pm$  0,5°C por 48 h  $\pm$  2 h (MORTON, 2001).

### 2.4.3. Coliformes totais e termotolerantes

Os coliformes foram determinados pelo método do Número Mais Provável (NMP). No teste presuntivo, alíquotas de 1 mL das três diluições da amostra foram inoculadas em uma série de três tubos Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) por diluição. Os tubos foram incubados a  $35 \pm 0,5$  °C / 24 h  $\pm$  2 h e foi observado se ocorreu produção de gás. Em caso positivo, os tubos foram considerados suspeitos e foi realizado o teste confirmativo. Em caso negativo, foi realizada a reincubação até completar 48 h  $\pm$  2 h e uma nova leitura, com realização das etapas subsequentes (teste confirmativo) caso fosse observado crescimento com produção de gás após a nova leitura (KORNACKI e JOHNSON, 2001).

No teste confirmativo, foi transferida uma alçada de cada tubo LST com produção de gás para tubos de Caldo Verde Brilhante Bile 2 % (VB), com subsequente incubação a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 24 h  $\pm$  2 h e observação da existência de crescimento com produção de gás. Em caso negativo, foi realizada a reincubação até completar 48 h  $\pm$  2 h e repetida a leitura (KORNACKI e JOHNSON, 2001). Foi anotado o número de tubos de VB com crescimento e produção de gás (comprovação da presença de coliformes totais) e determinado o Número Mais Provável (NMP)/g.

Para confirmação da presença de coliformes termotolerantes uma alçada de cada cultura dos tubos de LST com produção de gás foi transferida para tubos de Caldo *E. coli* (EC). Os tubos foram incubados em banho-maria a  $45,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  por 24 h  $\pm$  2 h e observados quanto ao crescimento com produção de gás (KORNACK e JOHNSON, 2001). Foi anotado o número de tubos de EC com crescimento e produção de gás (comprovação da presença de coliformes termotolerantes) e determinado o Número Mais Provável (NMP)/g.

## 2.5. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada no laboratório de Análise Sensorial do CCA-UFES, em cabines individuais e sob luz branca.

A fim de investigar a influência da informação sobre a aceitação pelo consumidor, foram realizadas três sessões de aceitação sensorial, consistindo de um teste cego, um teste com informação do tratamento dado ao morango e um terceiro teste com informação do tratamento dado ao morango e um texto explicando sobre o processo de irradiação e suas aplicações. Nas três sessões foram analisadas uma amostra não irradiada (controle) e uma amostra de morango irradiado na dose de 3,6 kGy. Foi escolhida esta dose por ela ter sido o limiar de rejeição determinado no Capítulo I desta dissertação.

No Capítulo I, verificou-se que, a partir da dose de 3,6 kGy (limiar de rejeição pelo consumidor – LRC), começa a ocorrer diferença significativa quanto à preferência do morango não irradiado (controle) e do morango irradiado. O fato de uma amostra ser preferida em relação à outra não significa que ela tenha uma aceitação positiva (isto é, uma aceitação evidenciada na parte positiva da escala hedônica). Entretanto, na metodologia de limiar de rejeição proposta por Prescott et al. (2005), compara-se a preferência entre amostras submetidas a intensidades crescentes de um estímulo (tratamento) e uma amostra controle. Para a execução correta da metodologia, a amostra controle escolhida pelo pesquisador, geralmente, apresenta aceitação positiva pelo consumidor, o que minimiza a probabilidade de uma amostra, que não diferiu estatisticamente quanto à preferência da amostra controle, apresentar aceitação negativa ou rejeição. Idealmente, em uma dose próxima ao LRC deveria começar a ocorrer, também, diferença estatística quanto à aceitação. Portanto, a realização de teste de aceitação entre a amostra submetida à dose do LRC e a amostra controle seria uma forma de corroborar o resultado obtido na metodologia de limiar de rejeição. Tendo isto em vista, optou-se, neste Capítulo II, por realizar as sessões de aceitação do morango controle e do morango irradiado na dose de 3,6 kGy. Dessa forma, além de investigar a influência da informação na aceitação sensorial do morango irradiado, investigou-se a aceitação sensorial do morango irradiado na dose do LRC, verificando se nesta dose ocorre diferença significativa quanto à aceitação entre a amostra irradiada e a amostra controle. Vale lembrar que, de acordo com os resultados obtidos no Capítulo I, a partir da dose de 3,6 kGy começa a ocorrer rejeição sensorial do morango pelo consumidor; assim sendo, para

utilização comercial, é recomendada a adoção de uma margem de segurança e a utilização de doses um pouco menores que o valor calculado.

Inicialmente, os julgadores responderam a um questionário para obtenção de dados sociodemográficos (sexo, faixa etária e escolaridade), de frequência de consumo de morango e sobre o nível de conhecimento sobre a irradiação de alimentos (Anexo 1). Após responder ao questionário cada consumidor realizou as três sessões de aceitação, sendo realizada uma sessão por dia (DELLA LUCIA et al., 2010a).

Nas três sessões, as amostras foram apresentadas de forma aleatória e monádica para cada julgador. As sessões ocorreram conforme descrito a seguir.

Sessão 1 (teste cego) - os julgadores degustaram as duas amostras sem obter qualquer informação prévia de que o morango sofreu ou não o processo de irradiação. Foi avaliada a aceitação dos atributos de textura, sabor e impressão global (Figura 2.1).

Nome: _____ Sexo: _____ Idade: _____	
Por favor, anote o código da amostra, prove-a e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto quanto aos atributos de textura, sabor e impressão global (o produto como todo). Anote no espaço de cada atributo o número referente à resposta que melhor reflita seu julgamento.	
Código da amostra: _____	Textura: _____
9 – Gostei extremamente	Sabor: _____
8 – Gostei muito	Impressão global: _____
7 – Gostei moderadamente	
6 – Gostei ligeiramente	
5 – Indiferente	
4 – Desgostei ligeiramente	
3 – Desgostei moderadamente	
2 – Desgostei muito	
1 – Desgostei extremamente	
Comentários: _____	

Figura 2.1 – Ficha utilizada nos testes de aceitação da sessão 1 (Baseado em: Reis e Minim, 2010).

Sessão 2 (teste com informação do tratamento dado ao morango) - a amostra irradiada foi servida juntamente com a informação do tratamento dado



ao morango (morango irradiado) e a amostra controle foi servida com a informação “morango”, sendo solicitado ao consumidor que julgasse as amostras analisando a informação fornecida junto a elas, quanto à impressão global (Figura 2.2).

Nome: _____ Idade: _____
Por favor, de posse da informação fornecida, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a resposta que melhor reflita seu julgamento.
<b>Amostra:</b> _____
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente
<input type="checkbox"/> Gostei muito
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> Indiferente
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Desgostei muito
<input type="checkbox"/> Desgostei extremamente
Comentários: _____

Figura 2.2 - Ficha utilizada nos testes de aceitação para as amostras da sessão 2 e para amostra de morango controle da sessão 3 (Baseado em: Reis e Minim, 2010).

Sessão 3 (teste com informação do tratamento dado ao morango e informações adicionais) - a amostra controle foi servida com a informação “morango” e a ficha de avaliação apresentada na Figura 2.2. A amostra irradiada foi analisada, por meio da ficha da Figura 2.3, juntamente com a informação do tratamento dado ao morango (morango irradiado) e um texto explicando sobre o processo de irradiação, conforme demonstrado na Figura 2.4. As duas amostras foram analisadas quanto à impressão global e os julgadores foram orientados a ler o texto antes de avaliar a amostra.

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Você está recebendo a amostra e um texto sobre a utilização da irradiação em alimentos. Por favor, leia o texto, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a resposta que melhor reflita seu julgamento.

**Amostra: Morango irradiado**

( ) Gostei extremamente

( ) Gostei muito

( ) Gostei moderadamente

( ) Gostei ligeiramente

( ) Indiferente

( ) Desgostei ligeiramente

( ) Desgostei moderadamente

( ) Desgostei muito

( ) Desgostei extremamente

Comentários: \_\_\_\_\_

Figura 2.3 - Ficha utilizada no teste de aceitação da amostra irradiada da sessão 3 (Baseado em: Reis e Minim, 2010).

<b>IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS</b>	
<p><b>O que é?</b></p> <p>É uma técnica de conservação de alimentos, já regulamentada e utilizada em diversos países, que consiste em submeter os alimentos a uma quantidade controlada de radiação ionizante, emitida por uma fonte radioativa, por um tempo predeterminado e sob condições controladas. No Brasil, sua utilização é regulamentada e permitida pela ANVISA.</p> <p><b>A sua utilização é segura?</b></p> <p>Sim. Durante o processo o alimento entra em contato apenas com a radiação emitida pela fonte, não entrando em contato, momento algum, com a fonte radioativa. Dessa forma, os alimentos irradiados não se tornam radioativos, podendo ser consumidos com segurança.</p>	<p><b>Porque irradiar os alimentos?</b></p> <p>A irradiação é uma técnica eficiente de conservação, porque, além de retardar o amadurecimento, brotamento e envelhecimento de frutas e hortaliças, ela elimina os microrganismos deteriorantes e patogênicos presentes nos alimentos, prolongando a vida de prateleira dos produtos e os tornando microbiologicamente mais seguros. Sendo assim, com o uso de irradiação, é possível diminuir a ocorrência de surtos de doenças de origem alimentar.</p> <p><b>A irradiação causa alterações no alimento?</b></p> <p>Assim como qualquer técnica de conservação de alimentos, a irradiação causa alterações nutricionais e sensoriais. Entretanto, quando doses de irradiação controladas são administradas, as alterações são mínimas.</p>
<p><b>Fonte:</b> Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN).</p>	

Figura 2.4 – Texto explicativo sobre irradiação de alimentos utilizado na sessão 3 (Fonte: CNEN/CDTN, 2013).

Os resultados foram apresentados em gráficos de distribuição de frequência simples. Visando a uma melhor visualização e entendimento dos resultados, na distribuição de frequência as notas hedônicas foram apresentadas divididas nas classes de 1 a 5 (desgostei extremamente a indiferente), demonstrando que os julgadores não gostaram do morango, e de 6 a 9 (gostei ligeiramente a gostei extremamente), indicando que os julgadores gostaram do morango. A nota hedônica “indiferente” foi considerada uma resposta negativa, uma vez que os julgadores indiferentes ao produto geralmente não são propensos a consumi-lo (DELLA LUCIA et al., 2010b).

Foi realizada análise de variância (ANOVA), para cada atributo, dentro de cada sessão de aceitação. Foram calculadas, para cada amostra, as diferenças (desvios) entre as notas hedônicas para impressão global das três sessões e foi realizado o teste *t* para amostras pareadas. Neste teste, a variável de interesse foi a diferença (desvio) entre as notas de cada um dos pares de sessões. Com os resultados do teste *t* foi possível inferir sobre o fato de haver ou não influência das informações fornecidas ao consumidor na sua aceitação (LANGE, ROUSSEAU e ISSANCHOU, 1998).

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa Microsoft Excel<sup>®</sup> versão 2007.

### **3. RESULTADOS E DICUSSÃO**

#### **3.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA**

Nas Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3 pode-se verificar os resultados das análises microbiológicas para os dias um, oito e 15 de armazenamento das amostras, respectivamente.

Tabela 2.1 – Resultados das análises microbiológicas no primeiro dia de armazenamento

Micro-organismo (média)	Morango controle	0,405 kGy	3,6 kGy
Fungos ( $\log_{10}$ UFC/g)	5,15*	4,19*	3,18*
Mesófilos aeróbios ( $\log_{10}$ UFC/g)	4,40	2,18*	ND
Coliformes totais - presuntivo ( $\log_{10}$ NMP/g)	0,95	**	ND
Coliformes totais - confirmativo ( $\log_{10}$ NMP/g)	0,60	**	ND
Coliformes termotolerantes ( $\log_{10}$ NMP/g)	ND	ND	ND

\* valor estimado; \*\* amostra perdida; ND = não detectado.

Tabela 2.2 – Resultados das análises microbiológicas no oitavo dia de armazenamento

Micro-organismo (média)	Morango controle	0,405 kGy	3,6 kGy
Fungos ( $\log_{10}$ UFC/g)	5,96	5,21*	5,00
Mesófilos aeróbios ( $\log_{10}$ UFC/g)	4,31	3,83	2,54*
Coliformes totais - presuntivo ( $\log_{10}$ NMP/g)	1,04	ND	ND
Coliformes totais - confirmativo ( $\log_{10}$ NMP/g)	1,04	ND	ND
Coliformes termotolerantes ( $\log_{10}$ NMP/g)	ND	ND	ND

\* valor estimado; ND = não detectado.

Tabela 2.3 – Resultados das análises microbiológicas no 15<sup>o</sup> dia de armazenamento

Micro-organismo (média)	Morango controle	0,405 kGy	3,6 kGy
Fungos ( $\log_{10}$ UFC/g)	-	-	5,58
Mesófilos aeróbios ( $\log_{10}$ UFC/g)	-	-	2,60*
Coliformes totais - presuntivo ( $\log_{10}$ NMP/g)	-	-	ND
Coliformes totais - confirmativo ( $\log_{10}$ NMP/g)	-	-	ND
Coliformes termotolerantes ( $\log_{10}$ NMP/g)	-	-	ND

\* valor estimado; - grande contaminação, não sendo possível realizar as análises; ND = não detectado.

Foi verificado que, dos micro-organismos analisados, os fungos são os mais resistentes à irradiação. Entretanto, foi possível realizar reduções decimais no número de fungos utilizando a irradiação; no primeiro dia de armazenamento o morango irradiado na dose de 0,405 kGy apresentou, aproximadamente, um ciclo logarítmico da carga microbiana a menos que o

morango controle. A dose de 3,6 kGy foi mais eficiente e reduziu, aproximadamente, 2 ciclos logarítmicos.

Quanto maior a dose de radiação também foi maior a inativação de mesófilos aeróbios e coliformes totais e termotolerantes. Coliformes totais foram detectados na amostra controle no primeiro dia de armazenamento; já na amostra irradiada na dose de 3,6 kGy não foi detectada presença de coliformes totais ou termotolerantes em nenhum dia de armazenamento em estudo.

No último dia de armazenamento (15<sup>o</sup> dia) as amostras de morango controle e de morango irradiado a 0,405 kGy possuíram uma grande contaminação por micro-organismos, principalmente por fungos, não sendo possível realizar as análises. Já a amostra irradiada na dose de 3,6 kGy não possuiu a mesma contaminação; como pode ser observado, os números de fungos e de mesófilos aeróbios no morango irradiado a 3,6 kGy no 15<sup>o</sup> dia de armazenamento são menores que na amostra controle no 8<sup>o</sup> dia de armazenamento.

O'Connor e Mitchell (1991) também verificaram que, quanto maior a dose de radiação, maior a eliminação de micro-organismos no morango; o tratamento do morango na dose de 2 kGy foi mais efetivo que na dose de 1,2 kGy. A dose de 2 kGy resultou na redução de, aproximadamente, um ciclo log nas contagens totais. As doses de 1,2 kGy e 2 kGy foram efetivas na eliminação de Enterobacteriaceae e Pseudomonas fluorescentes. Os resultados também demonstraram que fungos e leveduras possuem maior resistência à irradiação que as bactérias citadas. Entretanto, em algumas amostras irradiadas a 2 kGy obteve-se a eliminação de fungos e leveduras.

## 3.2. ANÁLISE SENSORIAL

### **3.2.1. Características demográficas e conhecimento dos julgadores sobre o processamento de irradiação de alimentos**

A maioria dos entrevistados eram mulheres (63 %), estava na faixa etária entre 18 e 24 anos (82 %) e cursando o ensino superior (69 %) (Figura 2.5). Aproximadamente 98 % dos entrevistados afirmaram gostar de morango

(Tabela 2.4) e a maior parte afirmou consumir morango menos de uma vez por mês (Figura 2.5).

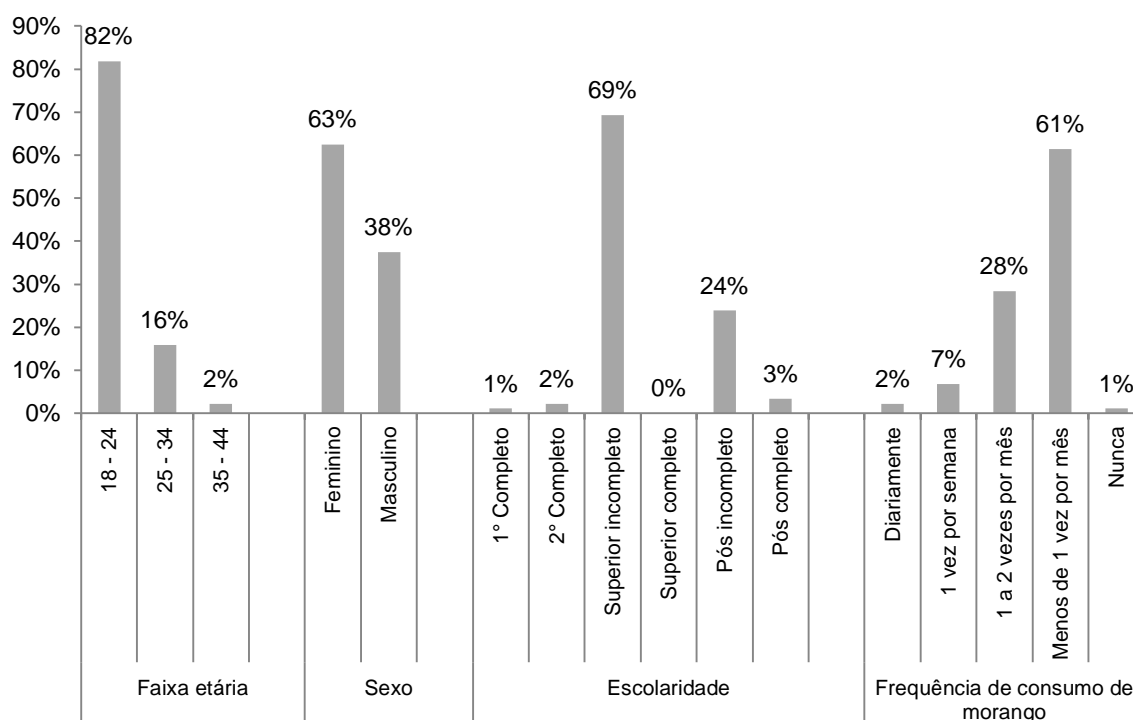


Figura 2.5 – Perfil sociodemográfico dos jogadores e frequência de consumo de morango.

Tabela 2.4 – Resultados do questionário sobre o conhecimento dos jogadores em relação a irradiação de alimentos

Perguntas	Respostas	
	Sim	Não
Você gosta de morango?	97,73%	2,27%
Você sabe o que é irradiação de alimentos?	52,27%	47,73%
Você já consumiu algum alimento irradiado?	28,41%	71,59%
Você compraria alimentos irradiados?	78,41%	21,59%
Você conhece alguma aplicação da irradiação em alimentos?	32,95%	67,05%
Você conhece alguma vantagem da utilização da irradiação em alimentos?	38,64%	61,36%
Você conhece alguma desvantagem da utilização da irradiação em alimentos?	13,64%	86,36%

Com as outras perguntas do questionário foi possível verificar que a maior parte dos entrevistados afirmou nunca ter consumido alimento irradiado e que comprariam alimentos irradiados, apesar de ter sido verificado que a maioria dos entrevistados (97,73 %) consome ao menos um alimento que

contém ingrediente irradiado declarado em sua formulação (Tabela 2.4; Figura 2.6). Além disso, todos os julgadores afirmaram consumir frutas e hortaliças que são irradiadas comercialmente em países como Estados Unidos e China e que podem passar a ser irradiadas no Brasil visando à exportação (Figura 2.6). A maioria dos julgadores afirmou não saber uma aplicação (67,05 %), uma vantagem (61,36 %) ou uma desvantagem (86,36 %) da utilização da irradiação de alimentos (Tabela 2.4).

Em estudo realizado em São Paulo – BR, 236 consumidores demonstraram boa aceitação e intenção de compra por agrião orgânico irradiado, com os valores não diferindo dos valores do agrião orgânico não irradiado (MARTINS et al., 2012). Ornellas et al. (2006) realizaram pesquisa de opinião sobre irradiação de alimentos com 218 entrevistados na cidade de Belo Horizonte – BR; foi verificado que aproximadamente 60 % dos entrevistados não sabiam que a irradiação é um método de conservação de alimentos. Estudo realizado no Chile com 497 pessoas demonstrou que 76,5 % não sabiam que a irradiação pode ser utilizada como um método de conservação de alimentos (JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011).

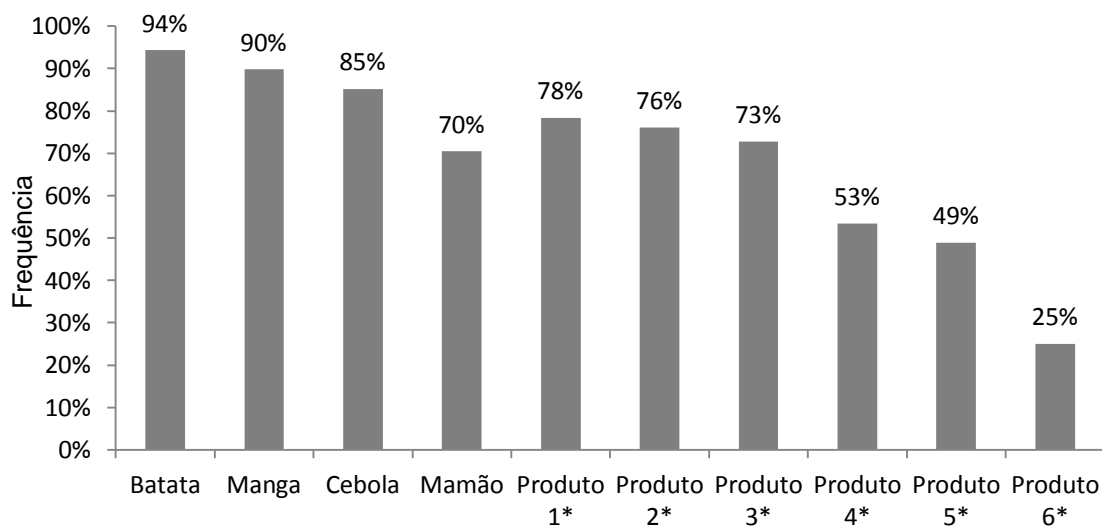


Figura 2.6 – Percentual de consumo dos alimentos citados no questionário.

\*Alimentos comercializados no Brasil que contêm ingredientes irradiados em sua formulação e que apresentam o termo “alimento tratado por processo de irradiação” (ou termo similar) na lista de ingredientes do seu rótulo, entre parênteses, após o nome do ingrediente irradiado.

Realizando o cruzamento dos dados foi constatado que, apesar de 52,27 % dos entrevistados afirmar saber o que é irradiação de alimentos (Tabela 2.4), aproximadamente 40 % destes não souberam citar uma aplicação da irradiação de alimentos; aproximadamente 30 % não souberam mencionar uma vantagem e cerca de 70 % destes entrevistados não soube citar uma desvantagem da aplicação da irradiação em alimentos. Tais resultados demonstram que o conhecimento de uma parte dos entrevistados que afirmou saber o que é irradiação de alimentos pode ser muito superficial.

Também foi verificado que, dos 63 entrevistados que afirmaram nunca ter consumido algum alimento irradiado, aproximadamente 97 % consomem ao menos um alimento que apresenta algum ingrediente irradiado. Além disso, todos os entrevistados que afirmaram que não comprariam alimentos irradiados consomem ao menos um alimento com ingrediente irradiado citado no questionário do presente estudo. Isto demonstra a falta de conhecimento desses julgadores e sugere que estes não leem os rótulos dos alimentos que consomem, uma vez que todos os alimentos que contêm ingrediente irradiado citados no presente estudo apresentam na lista de ingredientes os dizeres “alimento tratado por processo de irradiação”, conforme determinado pela legislação brasileira (BRASIL, 2001).

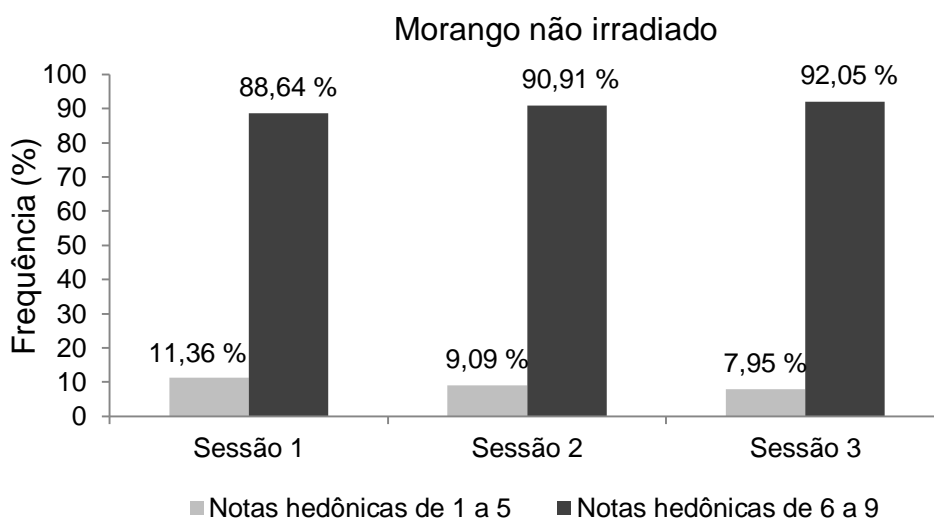
Foi possível constatar que a falta de conhecimento também gera a rejeição na intenção de compra por alimentos irradiados. Todos os 19 entrevistados que não comprariam alimentos irradiados afirmaram não conhecer ao menos uma desvantagem da irradiação de alimentos e cerca de 90 % afirmaram não saber o que é irradiação de alimentos e não souberam citar uma aplicação ou uma vantagem dessa técnica de conservação. Por outro lado, aproximadamente 96 % dos entrevistados que sabem o que é irradiação de alimentos afirmaram que comprariam alimentos irradiados.

### **3.2.2. Testes de aceitação**

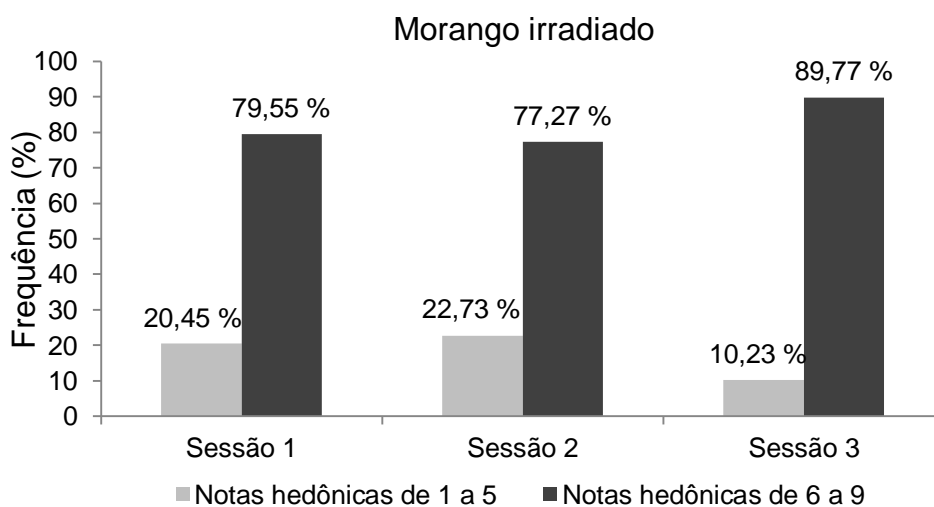
As frequências das duas classes estipuladas de notas hedônicas da impressão global (classe 1: notas de 1 a 5 e classe 2: notas de 6 a 9) para



amostras de morango controle e morango irradiado na dose de 3,6 kGy são demonstradas na Figura 2.7 (a e b).



(a)



(b)

Figura 2.7 – Frequências das notas hedônicas de impressão global, por classe, para morango não irradiado (a) e para morango irradiado (b), em cada uma das sessões.

Como esperado, as frequências das classes de notas hedônicas do morango não irradiado não sofreram grandes alterações entre as sessões. Já a frequência de notas hedônicas entre 6 e 9 para o morango irradiado aumentou consideravelmente da sessão 2 para sessão 3 (Figura 2.7). Tal resultado

sugere que o fornecimento de um texto informativo sobre o processo de irradiação aumentou a aceitação do morango irradiado.

Para todos os atributos de todas as sessões as médias das notas hedônicas ficaram entre as categorias “gostei ligeiramente” (nota hedônica 6) e “gostei muito” (nota hedônica 7), indicando que, independente da sessão ou do tipo de morango (irradiado ou não), as amostras foram bem aceitas (Figura 2.8).

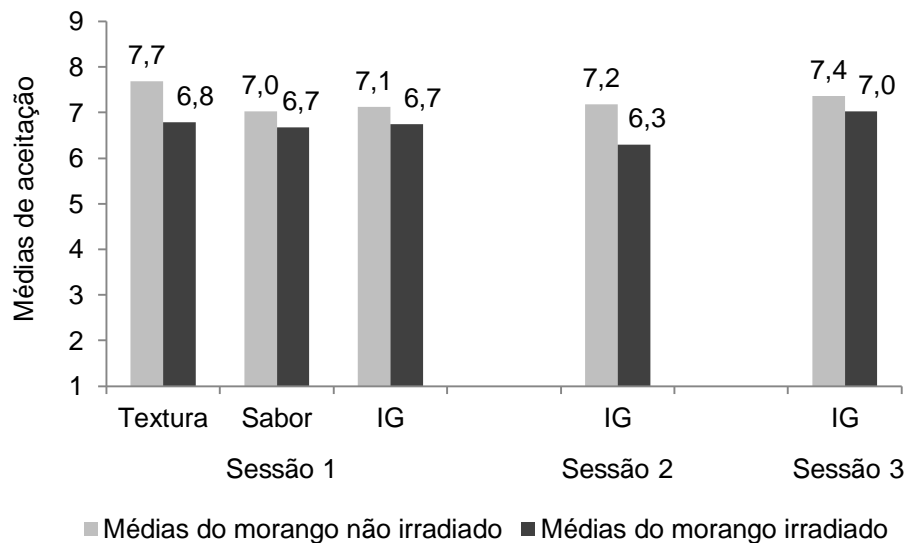


Figura 2.8 – Médias das notas hedônicas para cada atributo em cada uma das sessões. IG = Impressão global.

Os resultados da ANOVA para cada atributo em cada uma das sessões de aceitação demonstraram que, no teste cego, não ocorreu diferença significativa quanto à aceitação apenas para o atributo sabor ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2.5). A textura do morango irradiado teve menor aceitação do que a textura do morango não irradiado ( $p \leq 0,05$ ), o que pode ter resultado na menor aceitação global observada no morango irradiado em relação ao morango controle ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 – Médias das notas hedônicas para a amostra controle e para a amostra irradiada em cada uma das sessões sensoriais

Sessões	Atributos	Amostra	Média	Valor p
Sessão 1	Textura	Controle	7,7 a <sup>2</sup>	0,0001
		Irradiada	6,8 b	
	Sabor	Controle	7,0 a	0,0593
Irradiada	6,7 a			
Sessão 2	IG <sup>1</sup>	Controle	7,1 a	0,0500
		Irradiada	6,7 b	
Sessão 3	IG	Controle	7,2 a	< 0,0001
Irradiada	6,3 b			
Sessão 3	IG	Controle	7,4 a	0,0603
		Irradiada	7,0 a	

<sup>1</sup> IG = impressão global; <sup>2</sup> em cada sessão, para cada atributo, pares de médias seguidas de letras iguais não diferiram entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste F.

Os resultados encontrados na sessão 1 são compatíveis com os encontrados na determinação dos limiar de rejeição e nas análises de textura com penetrômetro discutidos no Capítulo I. Na determinação do limiar de rejeição foi demonstrado que, a partir da dose de 3,6 kGy, começa a ocorrer rejeição sensorial do morango, e nos testes de aceitação da sessão 1 foi verificado que a irradiação do morango na dose de 3,6 kGy resultou em menor aceitação global quando comparado ao morango não irradiado, corroborando com o valor obtido na metodologia de limiar de rejeição do Capítulo I. Além disso, os comentários dos julgadores que participaram da determinação do limiar de rejeição e os resultados da análise da textura com penetrômetro demonstraram que o aumento da dose de radiação causa diminuição da firmeza do morango. O resultado da sessão 1 demonstrou que tal alteração pode acarretar em menor aceitação do morango.

A partir da ANOVA também foi verificada diferença significativa entre a aceitação global do morango irradiado e do morango controle na sessão 2 ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 2.5), demonstrando que o fornecimento da informação de que o morango foi irradiado não foi favorável a ponto de igualar a aceitação das duas amostras de morango; pelo contrário, na Figura 2.8 é possível visualizar uma pequena queda na média de impressão global do morango irradiado entre as sessões 1 e 2.

A sessão 3 foi a única sessão na qual não foi observada diferença significativa quanto à aceitação global entre as amostras de morango controle e morango irradiado ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2.5). Este resultado sugere que o fornecimento do texto informativo sobre a irradiação de alimentos pode ter influenciado de forma positiva a aceitação dos julgadores.

Na Tabela 2.6 encontram-se os resultados do teste  $t$  para amostras pareadas, objetivando a verificação de diferença (desvio) entre as médias das notas hedônicas para impressão global obtidas em cada sessão, para cada amostra de morango. Nas colunas da tabela encontram-se os desvios entre as notas fornecidas pelos julgadores para o teste com informação do tratamento dado ao morango e o teste cego (Sessão 2 – Sessão 1), teste com informação do tratamento dado ao morango e informações adicionais sobre o tratamento e o teste cego (Sessão 3 – Sessão 1) e o teste com informação do tratamento dado ao morango e informações adicionais sobre o tratamento e o teste com informação apenas do tratamento (Sessão 3 – Sessão 2).

Tabela 2.6 – Efeito dos dois tipos de informações fornecidas sobre a aceitação dos julgadores: desvios entre as notas de cada sessão

Morango	Sessão 2 - Sessão 1	Sessão 3 - Sessão 1	Sessão 3 - Sessão 2
Não irradiado	0,0568182 <sup>ns</sup>	0,2386364 <sup>ns</sup>	0,1818182 <sup>ns</sup>
Irradiado	-0,4545455*	0,2840909 <sup>ns</sup>	0,7386364*

<sup>ns</sup> = não significativo ( $p > 0,05$ ); \* = significativo ( $p \leq 0,05$ ).

Observa-se que não ocorreu diferença significativa entre as médias hedônicas da amostra de morango não irradiado entre todas as sessões, resultado esperado, uma vez que, para essa amostra, não foram fornecidas informações reveladoras aos julgadores nas sessões 2 e 3, apenas a informação de que era uma amostra de morango (Tabela 2.6).

Para a amostra irradiada, a informação de que o morango foi irradiado teve um impacto negativo na aceitação dos julgadores ( $p \leq 0,05$ ) (Sessão 2 – Sessão 1, Tabela 2.6), comprovando que a pequena queda na média de aceitação global do morango irradiado entre a sessão 1 e a sessão 2, visualizada na Figura 2.7, foi estatisticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ). Tal

resultado demonstra o receio que os julgadores possuem pela tecnologia de irradiação, acarretando em menor aceitação dos alimentos irradiados.

O receio de parte da população em consumir alimentos irradiados é bem documentado na literatura (THOMAS, 1990; HENSON, 1995; GUNES e TEKIN, 2006; CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012). Um estudo realizado na Holanda, no início de 1990, demonstrou que dois terços dos entrevistados definitivamente não comprariam ou estavam indecisos quanto ao consumo de alimentos irradiados (BRUHN, 1999).

A consciência e a aceitação dos consumidores turcos pelo processo de irradiação de alimentos foi considerada muito baixa (29 %). A maioria dos consumidores (80 %) estavam incertos sobre a segurança dos alimentos irradiados e somente 11 % afirmaram que alimentos irradiados são seguros (GUNES e TEKIN, 2006).

Em um estudo da Angus Reid Public Opinion para a Consumers Association of Canada (CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012), 1006 canadenses, maiores de 18 anos, foram selecionados aleatoriamente e de forma a garantir uma amostragem representativa de toda a população adulta do Canadá. Os resultados demonstraram que a maioria dos entrevistados nunca ouviu falar sobre irradiação de alimentos (54 %); um em cada três canadenses (34 %) foi contra a venda de alimentos irradiados nos supermercados e 46 % não estavam propensos a considerar alimentos irradiados como uma opção para suas casas.

Quando comparados os resultados de aceitação global do morango irradiado da sessão na qual foi fornecida a informação de que o morango foi irradiado e um texto explicativo sobre a irradiação de alimentos com a sessão sem nenhuma informação (Sessão 3 – Sessão 1), pôde-se observar que a informação do tratamento e o fornecimento do texto informativo não apresentou influência sobre a aceitação dos julgadores ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2.6). Portanto, constatou-se que os julgadores, de posse de um texto explicativo sobre irradiação de alimentos, não são influenciados de forma negativa pela informação de que o morango foi irradiado, influência negativa esta verificada quando comparados os resultados da Sessão 2 com a Sessão 1 (Tabela 2.6).

Quando comparados os resultados da Sessão 3 com a Sessão 2, verificou-se que o texto informativo sobre o processo de irradiação apresentou impacto positivo sobre a aceitação dos julgadores ( $p \leq 0,05$ ). Isto demonstra, novamente, que o fornecimento de informações sobre a irradiação de alimentos é primordial para que ocorra aceitação por morango irradiado. Este resultado foi compatível com o encontrado na ANOVA, em que foi demonstrado que na Sessão 3 não ocorreu diferença significativa entre as amostras de morango controle e morango irradiado, observada nas Sessões 1 e 2. Tal resultado também pode ser visualizado comparando as frequências das classes de notas hedônicas das três sessões na Figura 2.7, nas quais foi demonstrado um aumento de notas hedônicas entre 6 e 9 (gostei ligeiramente a gostei extremamente) para o morango irradiado na Sessão 3.

Apesar de o morango irradiado ter apresentado menor aceitação global que o morango controle na Sessão 1, talvez devido à menor aceitação de sua textura quando comparada à do morango não irradiado, a informação sobre o processo de irradiação e suas vantagens, fornecida aos julgadores na Sessão 3, prevaleceu sobre a alteração da firmeza do morango e igualou, estatisticamente, a aceitação global do morango irradiado e a do morango não irradiado.

Alguns estudos também têm constatado a grande influência da informação sobre o processo de irradiação na aceitação dos consumidores por alimentos irradiados (ICGFI, 1999; GUNES e TEKIN, 2006 HUANG et al., 2007; EUSTICE e BRUHN, 2013).

Em 1993, a Carrot Top, Inc. observou em Northbrook, Illinois - EUA, que morangos irradiados foram 20 vezes mais vendidos que os não irradiados, quando os consumidores receberam informações sobre o processo de irradiação de alimentos (PREVOR, 2007b). Após os consumidores turcos receberem informações acerca da irradiação de alimentos, o nível de atitude positiva para com alimentos irradiados aumentou de 29 % para 62 % (GUNES e TEKIN, 2006).

Em uma pesquisa, 119 adolescentes brasileiros, com faixa etária entre 16 e 18 anos, cursando o terceiro grau do ensino médio e de classe social muito baixa, foram solicitados a expressassem seus níveis de preocupação

para com cinco métodos de processamento de alimentos (tratamentos químicos, irradiação de alimentos, congelamento, enlatamento e conservantes de alimentos). A irradiação de alimentos estava entre os métodos de conservação que mais preocupavam os adolescentes. Após a visualização de um vídeo de 20 minutos sobre o processo de irradiação de alimentos, a preocupação dos adolescentes caiu significativamente e a irradiação passou a estar entre os métodos de processamento que menos os preocupavam (OLIVEIRA e SABATO, 2004).

Em um estudo em Indiana – EUA, cerca da metade de 178 entrevistados estava disposta a comprar alimentos irradiados; após a visualização de um vídeo de 8 minutos sobre a conservação de alimentos utilizando a irradiação, a intenção de compra aumentou para 90 % (POHLMAN et al., 1994).

Assim como os resultados do presente estudo, os resultados de outros estudos têm sugerido que a falta de informação da população talvez seja o maior fator limitante para uma maior aceitação e comercialização de alimentos irradiados. Na entrevista com 218 brasileiros em Belo Horizonte, 60 % dos entrevistados não sabiam que irradiação é um método de conservação de alimentos; entretanto, cerca de 90 % dos entrevistados afirmaram que consumiriam alimentos irradiados se soubessem que a irradiação aumenta a segurança do alimento, evitando inúmeras doenças (ORNELLAS et al., 2006). Similarmente, estudo realizado no Chile com 497 pessoas demonstrou que 76,5 % não sabiam que a irradiação pode ser utilizada como um método de conservação de alimentos e 46 % expressaram sua convicção de que o alimento irradiado significa o mesmo que alimentos radioativos. No entanto, 91 % afirmaram que se tornariam consumidores de alimentos irradiados se soubessem que "irradiado" não é "radioativo" e que a irradiação aumenta a segurança alimentar (JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011). Portanto, assim como este estudo, as pesquisas têm demonstrado evidências de que a aceitação do consumidor por alimentos irradiados é positivamente relacionada com seu nível de conhecimento sobre o processo.

#### 4. CONCLUSÃO

Constatou-se, por meio de questionário aplicado, que os consumidores possuem baixo conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos, que muitos estão consumindo alimentos irradiados sem o conhecimento e que consumidores com maior nível de conhecimento tendem a ter uma maior intenção de compra por alimentos irradiados.

Concluiu-se, também, que a irradiação do morango a 3,6 kGy é efetiva na eliminação de micro-organismos deterioradores do morango e acarreta em boa aceitação sensorial; esta, porém é menor quando comparada à do morango não irradiado.

Além disso, verificou-se que os consumidores possuem rejeição ao processo de irradiação de alimentos. Entretanto, de posse de informações sobre a irradiação de alimentos, a aceitação dos consumidores por morango irradiado aumentou significativamente.

Os resultados indicam que a falta de informação dos consumidores sobre o processo de irradiação tem limitado sua maior aceitação, demonstrando a necessidade de educar a população sobre o processo de irradiação de alimentos e suas aplicações, para que ocorra uma maior aceitação e, conseqüentemente, comercialização de alimentos irradiados. Tais resultados auxiliam indústrias, que irradiam ou pretendem irradiar alimentos, na adoção de melhores estratégias visando à obtenção de maior aceitação por seus produtos irradiados.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEUCHAT, L. R.; COUSIN, M. A. Yeasts and molds. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: APHA, cap. 20, p. 209-215, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm)>. Acesso em: 12 set. 2011.

BRUHN, C. M. **Consumer attitudes and market response to irradiated food**. International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), Vienna, 1999.



CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Non-O157 Shiga toxin-producing E. coli (STEC) outbreaks, United States**. 2010. Disponível em: <[http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec\\_obs\\_052110.pdf](http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec_obs_052110.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2013.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN); CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN). **A irradiação de alimentos: ficção e realidade** - Série de fichas descritivas do Grupo Consultivo Internacional sobre irradiação de alimentos. Versão em Português. Editora Lê, 2013.

CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA. Food irradiation survey. **Angus Reid Public Opinion**, 2012.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A.; CERESINO, E. B. Expectativas geradas pela marca sobre a aceitabilidade de cerveja: estudo da interação entre características não sensoriais e o comportamento do consumidor. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 11-24, 2010b.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A. Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 6, p. 125-167, 2010a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema de produção do morango**. Sistema de Produção, 5. Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

EUSTICE, R. F.; BRUHN, C. M. Consumer acceptance and marketing of irradiated foods. In: FAN X.; SOMMERS, C. H. (Eds.). **Food irradiation research and technology**. 2ª ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists, cap. 10, p. 173-195, 2010.

FALKENSTEIN, D. Strawberry E. coli O157:H7 outbreak update: 13 ill; berry sales may have been illegal. **Food Poison Journal**, 2011. Disponível em: <<http://www.foodpoisonjournal.com/foodborne-illness-outbreaks/strawberry-e-coli-o157h7-outbreak-update-13-ill-berry-sales-may-have-been-illegal>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. **Food irradiation: a better way to kill microbes associated with food borne illness**. 2012. Disponível em: <<http://www.naweb.iaea.org/nafa/news/food-irradiation.html>>. Acesso em: 21 mar. 2012.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

GOETZ, G. Did deer cause Oregon's strawberry outbreak? **Food Safety News**, 2011. Disponível em: <<http://www.foodsafetynews.com/2011/08/epis-pinpoint-strawberries-in-or-e-coli-outbreak/>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

- GUERRERO, L.; COLOMER, W.; GUÀRDIA, M. D.; XICOLA, J.; CLOTET, R. Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 5, p.387-395, 2000.
- GUNES, G.; TEKIN, M. D. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: results of a survey conducted on Turkish consumers. **LWT**, v. 39, n. 4, p. 443-447, 2006.
- HENSON, S. Demand-side constraints on the introduction of new food technologies: the case of food irradiation. **Food Policy**, v. 20, n. 2, p. 111-127, 1995.
- HUANG, C. L.; WOLFE, K.; MCKISSICK, J. Willingness to pay for irradiated meat products: a comparison between poultry and pork. **Southern Business and Economic Journal**, v. 30, n. 1-2, p. 71-78, 2007.
- INTERNATIONAL CONSULTATIVE GROUP ON FOOD IRRADIATION (ICGFI). **Facts about food irradiation**. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1999.
- JOHNSON, A. M.; REYNOLDS, A. S.; CHEN, J.; RESURRECCION, A. Consumer attitudes towards irradiated food: 2003 vs. 1993. **Food Protection Trends**, v. 24, p. 408-418, 2004.
- JUNQUEIRA-GONÇALVES, M. P.; GALOTTO, M. J.; VALENZUELA, X.; DINTEN, C. M.; AGUIRRE, P.; MILTZ, J. Perception and view of consumers on food irradiation and the radura symbol. **Radiation Physics & Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 119–122, 2011.
- KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4<sup>a</sup> ed. Washington: APHA, cap. 8, p. 69-81, 2001.
- LANGE, C.; ROUSSEAU, F.; ISSANCHOU, S. Expectation, liking and purchase behaviour under economical constraint. **Food Quality and Preference**, v. 10, n. 1, p. 31-39, 1998.
- LIMA FILHO, T.; TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T.; FERREIRA, G. A. M.; SOUZA, M. C. Energia ionizante na conservação de alimentos: Revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 243-254, 2012.
- LYNCH, M. F.; TAUXE, R. V.; HEDBERG, C. W. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. **Epidemiology and Infection**, v. 137, n. 3, p. 307-315, 2009.
- MARTINS C. G.; BEHRENS, J. H.; MONTES-VILLANUEVA, N. D.; FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Acceptance and purchase intention of irradiated foods in Brazil: Effect of positive information. **CENTRUM Católica's Working Paper Series**, n. 2012-09-0017, 2012.
- MORTON, R. D. Aerobic plate count. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4<sup>a</sup> ed. Washington: APHA, cap. 7, p. 63-67, 2001.

- O'CONNOR, R. E.; MITCHELL, G. E. Effect of irradiation on microorganisms in strawberries. **International Journal of Food Microbiology**, v. 12, n. 2-3, p. 247-256, 1991.
- OLIVEIRA, I. B.; SABATO, S. F. Dissemination of the food irradiation process on different opportunities in Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 71, n. 1-2, p. 493-497, 2004.
- ORNELLAS, C. B. D.; GONÇALVES, M. P. J.; SILVA, P. R.; MARTINS, R. T. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.
- POHLMAN, A. J.; WOOD, O. B.; MASON, A. C. Influence of audiovisuals and food samples on consumer acceptance of food irradiation. **Food Technology**, v. 48, n. 12, p. 46-49, 1994.
- PREVOR, J. **Arguing for irradiation**. 2007a. Disponível em: <<http://www.perishablepundit.com/index.php?date=01/11/07&pundit=5>>. Acesso em: 21 mar. 2012.
- PREVOR, J. **California strawberry industry moves to make food safe**. 2007b. Disponível em: <<http://www.perishablepundit.com/index.php?date=01/12/07&pundit=1>>. Acesso em: 10 mai. 2012.
- REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 3, p. 66-82, 2010.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Departamento de Informática, Universidade Federal de Viçosa, 301 p., 2001.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007, 552 p.
- THOMAS, P. A. Section 3.4. Consumer acceptance. **Radiation Physics and Chemistry**. v. 35, n. 1-3, p. 342-344, 1990.
- THOMAS, P. **Irradiation of strawberries: a compilation of technical data for its authorization and control**. Geneva: WHO, 1993. 37 p.
- VACHON, C.; D'APRANO, G.; LACROIX, M.; LETENDRE, M. Effect of edible coating process and irradiation treatment of strawberry *Fragaria spp.* on storage-keeping quality. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 2, p. 608-612, 2003.
- ZEGOTA, H. Suitability of Dukat strawberries for studying effects on shelf life of irradiation combined with cold storage. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 187, n. 2, p. 111-114, 1988.

## **CAPÍTULO III**

### **PERCEPÇÕES E ATITUDES DE BRASILEIROS SOBRE ALIMENTOS IRRADIADOS**

## Percepções e atitudes de brasileiros sobre alimentos irradiados

### Resumo

A completa comercialização de alimentos irradiados ainda tem sido limitada devido à rejeição e ao receio de parte da população com relação à utilização da irradiação em alimentos. Portanto, torna-se necessário um maior conhecimento do pensamento, das atitudes e do comportamento dos consumidores frente a alimentos irradiados, para que se possam formular estratégias que irão auxiliar na maior aceitação de tais produtos. Com tais objetivos, sessões de grupo de foco foram realizadas com 26 participantes, investigando as atitudes, opiniões, conhecimentos e pensamentos de consumidores sobre alimentos irradiados. Os resultados das sessões de grupo de foco demonstraram que a maioria dos participantes é favorável à presença do símbolo radura e de informações adicionais verdadeiras, esclarecedoras e de fácil entendimento nos rótulos de alimentos irradiados e considera o termo "ionização" menos impactante que "irradiação". Entretanto, alguns consumidores exigem que o método de conservação real utilizado seja informado, afirmando que o termo "ionização" pode ser associado a outros processamentos utilizados em alimentos, sendo, portanto, enganoso. Além disso, verificou-se que os participantes concordam que é necessária a maior divulgação de informações sobre o processo de irradiação para que a aceitação por alimentos irradiados aumente. Por exemplo, foi constatado que a maior dúvida e preocupação dos consumidores quanto a alimentos irradiados são os seus possíveis malefícios à saúde; o esclarecimento de tal dúvida, por fontes confiáveis, poderia acarretar em maior aceitação por alimentos irradiados e, conseqüentemente, maior utilização da irradiação em alimentos e maior oferta de alimentos microbiologicamente mais seguros e com maior vida de prateleira.

Palavras-chave: grupo de foco, características não sensoriais, irradiação de alimentos.

### *Abstract*

The commercialization of irradiated food has still been limited due to rejection and fear of the population related to the use of irradiation in food. Therefore, it becomes necessary a better understanding of the thinking, attitudes and behavior of consumers so that strategies can be formulated aiming at a greater acceptance of such products. With these goals it were held focus group sessions with 26 participants, investigating attitudes, opinions, knowledge and thoughts of consumers about irradiated food. The results of the focus group sessions showed that most participants is favorable to the presence of the radura symbol and of true, enlightening and easy to understand informations on the labels of irradiated food. They considered the term "ionization" less impactful than "irradiation", although some consumers require the information of the real treatment used, stating that the term "ionization" can be associated with other treatments used in food, and that it is therefore misleading. Furthermore, it could be verified that all participants agree on the need of wider dissemination

of information about the irradiation process to increase the acceptance for irradiated food. For example, it was found that the greatest question and concern of consumers about irradiated foods are their possible health hazards; clarification of such doubt, by reliable sources, could result in greater acceptance for irradiated foods and, consequently, greater use of the irradiation in food and greater offer of food microbiologically safer and with longer shelf life.

*Keywords:* focus group, non-sensory characteristics, food irradiation.

## 1. INTRODUÇÃO

Os recentes surtos de doenças veiculadas por frutas e hortaliças contaminadas por micro-organismos patogênicos denotam a fragilidade da cadeia produtiva desses alimentos ao tentar garantir a oferta de alimentos microbiologicamente seguros. Isto fez com que inúmeros artigos da imprensa e especialistas em segurança de alimentos retomassem discussões e apontassem a irradiação como possível solução (PREVOR, 2007; LYNCH et al., 2009; CDTN, 2010; FAO/IAEA, 2012).

A irradiação é uma técnica de conservação de alimentos que pode eliminar micro-organismos patogênicos e deterioradores de frutas e hortaliças sem alterar drasticamente suas características sensoriais e nutricionais, como ocorreria se se utilizasse o processamento térmico em tais alimentos (FELLOWS, 2006). O morango, por exemplo, possui curta vida de prateleira e tem apresentado contaminação por micro-organismos patogênicos, comprometendo a saúde de seus consumidores (CDC, 2010; FALKENSTEIN, 2011; GOETZ, 2011). Estudos têm demonstrado que a irradiação elimina micro-organismos deterioradores e patogênicos do morango, garantindo, assim, a oferta de morangos com maior vida de prateleira e microbiologicamente mais seguros (ZEGOTA, 1988; THOMAS, 1993).

Entretanto, apesar de a utilização da irradiação como técnica de conservação de alimentos ser regulamentada e permitida por diversos países e ser cientificamente aceita como ótimo método de conservação, sua completa comercialização tem sido limitada devido à rejeição e ao receio de parte da população à sua utilização em alimentos (ORNELLAS *et al.*, 2006).

A atitude do consumidor frente a um alimento é influenciada pelas características sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura, além de vários outros fatores, chamados de características não sensoriais, e pela interação entre todas essas características (GUERRERO et al., 2000; DELLA LUCIA et al., 2010). O caso da irradiação de alimentos é um ótimo exemplo da influência de uma característica não sensorial na aceitação dos consumidores. Diversos estudos têm documentado a rejeição de parte da população pelo processo de irradiação (GUNES e TEKIN, 2006; JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011; CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012; EUSTICE e BRUHN, 2013).

Segundo Della Lucia e Minim (2010), a expectativa formada pelo consumidor por um alimento ou por informações que se tenham obtido acerca de um produto são de grande influência na sua aceitação e na intenção de compra, pois ela pode melhorar ou piorar a percepção sobre o alimento antes mesmo de ele ser consumido. Portanto, é de extrema importância conhecer os pensamentos e comportamentos dos consumidores para que se possa obter a aceitação de um produto, principalmente em casos nos quais o alimento está envolvido com algum assunto polêmico, como, por exemplo, o processamento por irradiação.

Pesquisas qualitativas têm gerado resultados interessantes sobre a percepção dos consumidores, uma vez que permitem a obtenção de informações detalhadas sobre suas opiniões, comportamentos e atitudes. O grupo de foco é um dos métodos qualitativos mais utilizados e é definido como entrevistas cuidadosamente planejadas, com o objetivo de obter as opiniões individuais dos participantes de um grupo sobre determinado assunto de interesse (CASEY e KRUEGER, 1994). Além disso, sessões de grupo de foco permitem identificar as características da embalagem que apresentam maior influência no processo de compra do consumidor. Este tipo de informação auxilia na determinação dos fatores (características) de embalagens a serem estudadas por meio da Análise Conjunta de Fatores e da Análise Conjunta de Fatores Baseada em Escolhas (DELLA LUCIA, 2008).

Diante deste contexto, teve-se como objetivo realizar sessões de grupo de foco a fim de investigar as atitudes, opiniões, conhecimentos e

pensamentos de consumidores sobre alimentos irradiados e identificar os fatores mais relevantes da embalagem de morango irradiado no processo de compra do produto.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – ES, Brasil, sob o número 242.830.

Antes da realização das sessões de grupo de foco os participantes responderam a um questionário com perguntas sócio demográficas, sobre consumo de morango, hábito de fazer compras de produtos alimentícios e conhecimento e intenção de compra de alimentos irradiados (Anexo 2).

Foram realizadas três sessões de grupo de foco em mesa redonda no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos do CCA-UFES e de acordo com os procedimentos propostos por Della Lucia e Minim (2010). No total, 26 pessoas participaram do estudo; a primeira sessão foi composta por oito participantes (quatro mulheres e quatro homens) e a segunda (cinco mulheres e quatro homens) e a terceira sessões (quatro mulheres e cinco homens) foram compostas por nove participantes.

As sessões foram filmadas (com consentimento de todos os participantes) e contaram com a presença de um moderador e dois assistentes (responsáveis pelas gravações e anotações de cada sessão). O moderador explicou o propósito da sessão, solicitou permissão para filmagem das sessões e seguiu o roteiro de perguntas (Anexo 3) sobre o comportamento dos participantes em relação a alimentos irradiados, além da exposição de *slides* relativos ao tema em estudo. O moderador também foi responsável por esclarecer que o objetivo da sessão e das perguntas realizadas era descobrir a opinião e o comportamento individual dos participantes, não existindo respostas corretas ou erradas para as perguntas. Cada sessão teve duração média de 120 minutos.

O moderador da sessão foi responsável pela análise dos resultados, as anotações foram lidas e as filmagens vistas repetidas vezes até possibilitar a



comparação e elucidação de padrões dos resultados das sessões. Durante a análise dos dados buscou-se dar atenção às palavras empregadas pelos participantes, à frequência de certas respostas e a ocorrência de respostas únicas ou diferentes. Por ser um estudo qualitativo, não foi realizada análise estatística; transcreveram-se trechos das respostas dos participantes e foram plotados gráficos de distribuição de frequências para certas respostas, apenas para facilitar a apresentação e a discussão dos resultados.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados do questionário sociodemográfico demonstraram que metade dos participantes eram homens (13), todos afirmaram fazer as compras de suas casas e a maioria era estudante (65 %), tinha curso superior incompleto (46 %), afirmou saber o que é irradiação de alimentos (58 %) e comprariam alimentos irradiados (65 %).

Aproximadamente 46 % e 42 % dos participantes afirmaram que sempre e frequentemente leem os rótulos dos alimentos que consomem, respectivamente. Os cinco fatores do rótulo de alimentos e bebidas mais observados pelos participantes foram o preço (26 %, aproximadamente), prazo de validade (25 %), marca (23 %), informação nutricional (19 %) e informação sobre ingredientes (16 %).

Pôde-se verificar também que, dos 15 participantes que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos, 14 comprariam alimentos irradiados. Dos nove que afirmaram não saber o que é irradiação de alimentos, apenas um compraria alimentos irradiados. Portanto, tais resultados sugerem que o conhecimento sobre o processo de irradiação é um fator fundamental para uma maior aceitação por alimentos irradiados, assim como discutido e demonstrado no Capítulo II dessa dissertação.

Foi verificada que, na primeira sessão de grupo de foco (S1), a maioria dos participantes não sabia o que é irradiação de alimentos, na segunda sessão (S2) prevaleceram pessoas que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos e a terceira sessão (S3) foi composta por pessoas de ambos os níveis de conhecimento. Dessa forma, buscou-se verificar se o nível de

conhecimento dos participantes interferiu nas respostas dadas, identificando similaridades e diferenças nos resultados das sessões. Sempre que necessário foram citados trechos dos comentários dos participantes e foi informada a qual sessão eles pertenceram.

O termo “alimento tratado por processo de irradiação” foi considerado forte e agressivo pela maioria dos participantes em todas as sessões, principalmente na S1, onde todos os participantes compartilharam dessa opinião. Alguns participantes afirmaram corretamente que se trata de um método de conservação de alimentos, entretanto, outros relacionaram o termo a algo não natural, à radioatividade, bomba radioativa, mutação, câncer, “caveira” e césio “137”. Os participantes da S1 foram os que demonstraram maior receio em relação ao termo, demonstrando preocupação com a segurança do processo de irradiação e com o consumo de alimentos irradiados.

“O termo “irradiação” traz aquele impacto. Quem é leigo acha que vai fazer mal... Não compraria se tivesse duas opções... Não me sinto seguro.” (S1)

“Esse termo dá impressão de que o alimento está radioativo. Sei que é um método de conservação, mas acho que não compraria. Ficaria com o “pé atrás”.” (S1)

“Eu associo irradiação à probabilidade de ter câncer.” (S1)

“Leigo no assunto, eu acho nada natural, não acho seguro... Acho que foi algo que não seguiu naturalmente e por algum motivo precisou forçar o processamento para que possa ser consumido e fabricado.” (S1)

Em sua pesquisa com 218 moradores de Belo Horizonte – MG, Ornellas et al. (2006) verificaram que 16 % deles afirmaram que alimento irradiado significa o mesmo que alimento radioativo. Por meio de sessões de grupo de foco em São Paulo, Behrens et al. (2009) observaram que a expressão “irradiação de alimentos”, inicialmente, evocava sentimentos negativos entre alguns participantes, que a associavam à usinas nucleares, Chernobyl, raios-X e destruição de células. Consumidores americanos também têm associado a tecnologia de irradiação ao câncer (IFIC, 1998).

Alguns participantes demonstraram preocupação com a dose de radiação empregada nos alimentos.

“Justamente por não saber o que é, eu acho um termo que assusta, por não saber a intensidade que é empregada. Tenho medo de estar além do informado.” (S1)

“A maioria da população brasileira não está atenta quanto ao nível de irradiação que possa ser consumido.” (S1)

Logo no início da sessão os participantes da S1 já comentaram sobre a falta de informação que eles e a população brasileira possuíam sobre o assunto e sobre a necessidade de maior divulgação sobre o processo de irradiação para que ocorra uma maior aceitação da tecnologia.

“Eu não compraria o alimento irradiado se tivesse outra opção. Acho que é porque não é divulgado e nem falado sobre isso. Eu mesmo nunca tinha ouvido falar. Existe um preconceito com a palavra irradiação... Sei lá, me lembra Césio “137”. (S1)

“Falta divulgação do que é o tratamento de irradiação em alimentos. Passaria maior possibilidade de as pessoas comprarem.” (S1)

Como esperado, o termo “alimento tratado por processo de irradiação” gerou menor preocupação nos participantes da S2 do que nos participantes da S1. Apesar de as pessoas com maior conhecimento sobre o processo de irradiação apresentarem maior aceitação pelo termo, eles concordaram que é um termo impactante e que pessoas leigas podem associá-lo a algo prejudicial.

“Não vejo problema no termo porque sei que irradiado não é radioativo.” (S2)

“Método de conservação; se está no mercado e foi aprovado, não causa mal.” (S2)

“Depois que comecei a fazer o curso de Engenharia de Alimentos, fico tranquila. Antes, nunca tinha ouvido falar de irradiação de alimentos, se tivesse ouvido falar na época, ficaria com medo. Hoje sei que é um método seguro de conservação de alimentos, então fico tranquila.” (S2)

““Tratado por irradiação” é um termo impactante, pois as pessoas associam a alguma coisa que não se tem o controle, algo não seguro”. (S2)

“Irradiação as pessoas associam com radioativo, com bomba radioativa, com usina radioativa.” (S2)

Na S3 alguns participantes que não tinham conhecimento demonstraram seus receios sobre o processo. Outros participantes, que já tinham certo conhecimento, não demonstraram preocupação, mas também reconheceram que o termo pode assustar pessoas leigas no assunto.

“Não sei o que é e para o que é feito. Termo meio impactante para as pessoas que não conhecem, causa repulsão.” (S3)

“Associo irradiação com câncer, mutação... De início, não compraria, antes procuraria saber o que é.” (S3)

“Entendo como um método de conservação... A expressão é adequada para as pessoas que entendem o que é o processo, mas para quem não conhece pode causar repulsão.” (S3)

Todos os participantes que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos ficaram sabendo sobre o assunto na universidade ou pela *internet*. Este resultado é esperado, uma vez que a irradiação de alimentos não é uma tecnologia convencional no Brasil e é observada falta de ações do governo visando informar a população sobre tal método de conservação (OLIVEIRA e SABATO, 2004; ORNELLAS et al., 2006).

Apesar de a maioria dos participantes (aproximadamente 54 %) ter respondido que nunca viu o termo “alimento tratado por processo de irradiação” no rótulo de algum alimento em supermercados no Brasil e 42,3 % responder que não comprariam alimentos com esses dizeres, quando mostradas fotos de alimentos comercializados no Brasil e que apresentam ingredientes irradiados, todos afirmaram consumir a maioria desses alimentos. Isto demonstra que tais participantes estão consumindo alimentos irradiados sem o conhecimento e que eles não apresentam o hábito de ler a lista de ingredientes dos alimentos que consomem, uma vez que todos os produtos mostrados apresentam, após o nome do ingrediente irradiado, a informação “alimento tratado por processo de irradiação” ou “alimento irradiado”. Nas sessões realizadas por Behrens et al. (2009), alguns participantes sugeriram que poderiam consumir alimentos irradiados sem saber, pois nem sempre leem os rótulos dos alimentos.

Alguns dos comentários dos participantes sugeriram que, se algumas pessoas leigas lerem no rótulo do alimento que ele é irradiado, podem não comprar mais tais produtos, sendo necessária maior divulgação de informações para que isso não ocorra.

“Vou ser ousado em dizer que noventa e oito por cento da população não leem todo rótulo de alimentos. Nessa mesa, por exemplo, foi mostrado que as pessoas não leem todo o rótulo. Esses alimentos que você mostrou, se é informado que são irradiados, a gente nunca leu. Se ler, pode não comprar mais. Então falta divulgação do que é o produto irradiado para aumentar a aceitação.” (S1)

“Já consumi esses produtos, mas depois que vi que são irradiados não comprei mais.” (S3)

Para melhor contextualização do assunto foram apresentadas fotos de embalagens de alimentos irradiados sendo comercializados nos Estados Unidos e na França e, posteriormente, perguntada a opinião dos participantes sobre como estes produtos devem ser apresentados no mercado e como devem ser suas embalagens. Os participantes afirmaram que se deve informar, de forma visível, que o alimento é irradiado, além da necessidade de, inicialmente, apresentar maiores informações sobre o processo, suas vantagens e, principalmente, seus riscos e efeitos à saúde do consumidor.

“Da mesma forma que “coloca grande” no rótulo que é rico em ômega 3, que não tem gorduras trans, por que não coloca que foi irradiado?” (S1)

“A informação que é “tratado por irradiação” é importante para o consumidor ter o poder de escolha e saber se vai ou não comprar.” (S2)

“A informação deve conter as vantagens e os não prejuízos para a saúde. De forma simples, clara e sem termos muito técnicos.” (S1)

“Precisa de maiores informações, porque pessoas podem ter aversão à palavra. Então são necessárias maiores informações para que isso não ocorra.” (S2)

“É interessante ter a informação de que não é prejudicial à saúde.” (S2)

“Deve informar que o alimento não transmite radiação.” (S3)

Estudos recentes têm demonstrado que, quando o alimento sofre processamento por alguma tecnologia emergente, os consumidores são

favoráveis à presença de informação sobre a tecnologia utilizada nos rótulos (CURTIS et al, 2004; FREWER et al, 2004; EUROBAROMETER, 2008). Segundo Rollin et al. (2011), as pessoas estão inclinadas a aceitar o risco de consumir novos alimentos, desde que elas possuam o poder de escolha. Isto pode explicar porque elas preferem uma rotulagem clara e informativa. No caso da irradiação de alimentos, os consumidores são ainda mais exigentes quanto à presença da informação do método de conservação dado ao alimento, pois os alimentos irradiados e não irradiados são, visualmente, difíceis de serem distinguidos e a informação no rótulo seria a única forma de os consumidores obterem a liberdade de escolha (HENSON, 1995).

Independente da sessão, os participantes comentaram que o fato de os alimentos irradiados serem, possivelmente, mais caros, exige, ainda mais, a existência de informações sobre o método de conservação nas embalagens destes produtos.

“Se o alimento irradiado é mais caro, tem que mostrar pro consumidor, por meio de informações na embalagem, que é melhor.” (S1)

“Se por acaso for mais caro, por esse fator e questão de *marketing*, deveria explicar o processo, os benefícios, mostrando porque é mais caro” (S2).

A maioria dos participantes afirmou nunca ter visto o símbolo “radura” e que é difícil associá-lo à irradiação; apesar disso, a maioria foi favorável à presença do símbolo nas embalagens dos alimentos irradiados, desde que as pessoas entendam o que significa e, portanto, para isso, é necessário divulgação.

“Na embalagem deveria ter o símbolo, explicação rápida e fácil de entender.” (S1)

“A utilização do símbolo na embalagem é válida. Mas nunca vi e não o associo à irradiação.” (S2)

“Na embalagem deveria ter uma marca ou símbolo que as pessoas tenham conhecimento do que é. Como o “T” dos transgênicos.” (S3)

“Na embalagem deveria ter o símbolo, porque além de informar ao consumidor, é uma forma de rastreabilidade.” (S3)

Na literatura, outros estudos também têm demonstrado que consumidores brasileiros desconhecem o significado do símbolo radura; entretanto, são favoráveis à sua presença nos rótulos de alimentos irradiados. Em seu estudo, Ornellas et al. (2006) verificaram que 92 % dos participantes não conheciam o símbolo radura, sendo que 16 % comprariam alimentos irradiados pela influência do símbolo, mesmo sem saber seu significado, informando que o símbolo transmite confiança, qualidade e segurança. Americanos também têm se mostrado favoráveis ao símbolo radura; entretanto, alguns consumidores também afirmaram que apenas a presença do símbolo seria enganosa ou vaga, uma vez que pessoas desinformadas poderiam associá-lo à uma marca. Ainda assim, alguns participantes disseram que estariam dispostos a comprar alimentos irradiados se vissem esse símbolo (IFIC, 1998).

Assim como nesse estudo, vários autores também têm relatado o receio dos consumidores à palavra “irradiação” (DeRUITER e DWYER, 2002; ORNELLAS et al., 2006; ROLLIN et al., 2011). Devido a isso, vários defensores da irradiação de alimentos têm sugerido novos termos para substituir a palavra “irradiação” nos rótulos dos alimentos irradiados (DeRUITER e DWYER, 2002; MOREHOUSE e KOMOLPRASERT, 2004; VITAL et al., 2008). Foi questionada a opinião dos participantes sobre alguns desses termos propostos (Tabela 3.1) e solicitado que os mesmos ordenassem os termos quanto às suas preferências (Figura 3.1).

Tabela 3.1 – Resumo da opinião dos participantes em relação aos termos propostos

Sessão		Alimento protegido por irradiação	Alimento tratado por ionização	Alimento tratado por energia ionizante	Alimento tratado por pasteurização a frio (conseguido por irradiação)
	Pessoas favoráveis	6	4	0	0
	Pessoas desfavoráveis	2	4	8	8
Sessão 1	Comentários positivos	"O termo irradiação mostra o processo verdadeiro, sem tentar substituir a palavra para enganar o consumidor." "Sentiria mais confiança do que com o termo tratado por irradiação."	"Ionização" é mais persuasivo, mais suave." "O termo "ionização" venderia mais."		
	Comentários negativos	"Sou contra o termo todo, prefiro "tratado", e o termo irradiação é muito forte."	"Prefiro "irradiação" porque, se for para lutar pelo processo, que seja "irradiação" mesmo." "Uma forma de mascarar o termo irradiação."	"Muito técnico." "Parece bebida energética."	"Acharia que é algo que não é bom e estão tentando me convencer que é." "Muita informação, difícil entender."
	Pessoas favoráveis	2	7	0	0
	Pessoas desfavoráveis	7	2	9	9
Sessão 2	Comentários positivos	"Informa bem"	"Termo mais leve." "As pessoas podem ver a palavra irradiação e já ter um conceito desfavorável formado. "Ionização" pode deixar o consumidor curioso a procurar saber como é o processo."		
	Comentários negativos	"Protegido parece que vai estar protegido para sempre." "Entendo que o termo "protegido" seria mais para embalagem."	"Ionização pode levar à confusão."	"Parece coisa de outro mundo." "Parece que tem muita tecnologia envolvida."	"Parece que quer esconder algo." "Iria pensar que está pensando em me "passar para trás"."
	Pessoas favoráveis	6	5	0	0
	Pessoas desfavoráveis	3	4	9	9
Sessão 3	Comentários positivos	"Suaviza, o consumidor pode acreditar mais que não traz prejuízo." "Dá uma confiabilidade maior pelo produto."	"Considerando que ionização e irradiação é mesma coisa, "ionização" seria melhor porque é mais suave." "Talvez os consumidores fiquem mais curiosos e com menos receio."		
	Comentários negativos	"Mascara mais. É protegido de que? Causa dúvida." "Algumas pessoas podem não relacionar o "protegido" com micro-organismos."	"Achei um pouco mentiroso porque tem diversas formas de ionizar." "O tratamento que o alimento passa é irradiação, as pessoas tem que saber isso. "Ionização" remete a outra coisa."	"Grande demais, estranho." "Parece que é um alimento para o público infantil."	"Grande e confuso." "O consumidor não vai entender."
	Pessoas favoráveis	14	16	0	0
<b>Total</b>	Pessoas desfavoráveis	12	10	26	26



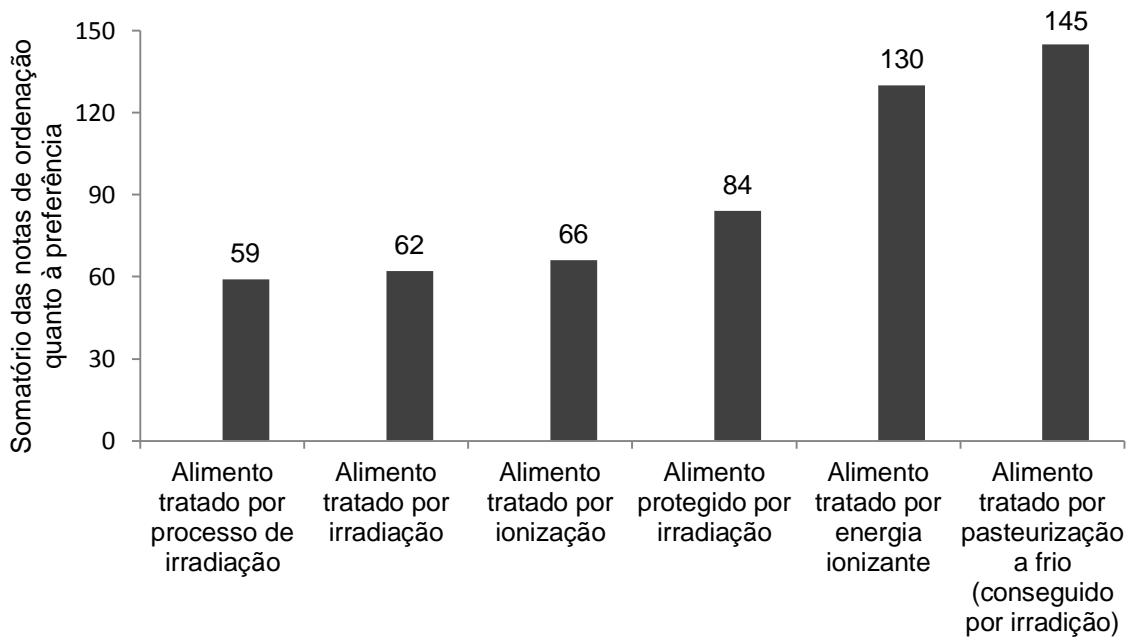


Figura 3.1 – Ordenação da preferência dos participantes pelas informações do método de conservação.

Ao termo de maior preferência de cada participante foi atribuída a nota 1, ao segundo preferido a nota 2 e, assim, respectivamente, até o de menor preferência, que recebeu a nota 6. Dessa forma, o termo que apresentou menor valor no somatório das notas é o de maior preferência pelos participantes. Nenhum dos participantes foi favorável aos termos “alimento tratado por energia ionizante” e “alimento tratado por pasteurização a frio (conseguido por irradiação)” (Tabela 3.1), sendo os menos preferidos pelos participantes (Figura 3.1). O termo exigido pela legislação brasileira “alimento tratado por processo de irradiação” foi o preferido, seguido por “alimento tratado por irradiação” e “alimento tratado por ionização” (Figura 3.1).

O motivo de tais resultados pode ser que a palavra “ionização” foi considerada suave e de menor impacto, quando comparada a “irradiação”, pela maioria dos participantes. Entretanto, mesmo reconhecendo esse fato, uma parte dos participantes exigiu que a palavra “irradiação” esteja presente nas embalagens dos produtos irradiados. A justificativa foi que a irradiação é o processamento real empregado e a palavra “ionização” pode mascará-lo, já que o termo “ionização” pode ser remetido a outros processamentos (Tabela 3.1).

“Quando coloca o termo “ionização” não está mascarando? Procurando um termo que seja mais acessível? Vou comprar algo e não vou saber que é irradiado. O termo “irradiação” vai deixar nítido, o processo é esse. Agora, quando coloca ionização dá uma “mascarada” e parece que está sendo uma propaganda enganosa.” (S1)

Além disso, os participantes afirmaram que a estratégia das indústrias de alimentos deve ser outra; em vez de tentar esconder a palavra “irradiação”, deveriam utilizá-la como propaganda para seus produtos.

“Se eu fosse o dono da empresa colocaria o termo “alimento tratado por processo de irradiação” como “*merchandising*”. Não tentaria esconder a informação, colocaria como propaganda e no fundo da embalagem eu explicaria sobre as vantagens do processo, que elimina micro-organismos e que não faz mal.” (S1)

“Se a irradiação de alimentos é algo que faz bem para a saúde, para o alimento, porque não informar em letras maiores?” (S1)

“O termo “irradiação” deveria ser mais visível, já que é bom.” (S1)

Nos Estados Unidos, pessoas favoráveis à irradiação de alimentos defenderam a ideia de que a legislação fosse alterada e permitisse a substituição da expressão “irradiação” por “pasteurização a frio” ou “pasteurização eletrônica”, argumentando que estes termos são mais facilmente compreendidos pelo público e menos propensos a serem vistos como um aviso (DeRUITER e DWYER, 2002). Uma parcela da população afirma considerar a informação “alimento irradiado” como um aviso e, assim, evitam consumir o produto (ROLLIN et al., 2011). No entanto, “pasteurização a frio” é um termo genérico que pode ser aplicado a várias outras tecnologias em alimentos, tais como campos elétricos pulsados e altas pressões. Dessa forma, assim como observado no presente estudo, a utilização do termo “pasteurização a frio” é vista por algumas pessoas como sendo um disfarce para não informar a real tecnologia utilizada (DeRUITER e DWYER, 2002). Segundo DeRuitter e Dwyer (2002), uma solução possível seria a utilização do termo “pasteurização a frio” seguido por outro termo entre parênteses como, por exemplo, “conseguido por irradiação”.

No presente estudo, investigou-se a opinião e a preferência dos participantes pelo termo “alimento tratado por pasteurização a frio (conseguido por irradiação)” e se verificou que foi o termo que obteve maior rejeição entre os participantes (Figura 3.1). Contrariamente, resultados de uma pesquisa encomendada pela International Food Information Council (IFIC, 1998) indicaram que o termo “pasteurização a frio” é o mais popular entre os americanos. Porém, alguns entrevistados também afirmaram que este termo pode enganar os consumidores e defenderam a ideia de o termo “pasteurização a frio” vir seguido de “irradiação” entre parênteses. No estudo, outros termos foram avaliados e vistos de forma negativa pelos consumidores, como “pasteurização eletrônica”, “pasteurização por energia”, e, com maior aceitação, “ionização”.

Os participantes também foram favoráveis à presença de informações adicionais sobre o método de conservação nas embalagens dos alimentos, desde que elas fossem sucintas, esclarecedoras e de fácil entendimento. Foi perguntada a opinião e a preferência dos participantes por algumas informações adicionais propostas. Os resultados estão demonstrados na Tabela 3.2 e na Figura 3.2.

Tabela 3.2 – Resumo da opinião dos participantes em relação às informações adicionais propostas

Sessão	Para retardar a deterioração	Para aumentar a segurança	Para eliminar micro-organismos nocivos	Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	
	Pessoas favoráveis	8	1	7	5
	Pessoas desfavoráveis	0	7	1	3
<b>Sessão 1</b>	Comentários positivos	"Mostra de forma objetiva o porquê do processo."	"Se for uma informação verdadeira, acho válida."	"Se a intenção do processo é essa, é válido."	"Se for o objetivo, tudo bem, desde que não seja falsa."
		"Simples e direta."		"Achei o termo bom, linguagem simples."	"Induz o consumidor a comprar, a que chama mais atenção."
	Comentários negativos		"Não gostei, muito vago, segurança de que? Pra quem?" "Ser seguro não é vantagem, é obrigação."	"Isso é obrigação, se está cumprindo a obrigação não tem que ficar falando."	"Não gostei do termo frescor e qualidade."
	Pessoas favoráveis	7	0	6	9
	Pessoas desfavoráveis	2	9	3	0
<b>Sessão 2</b>	Comentários positivos	"Informação básica, mas informativa o suficiente."		"Informação válida."	"Como está simples, sem termo técnico, a pessoa leiga vai entender facilmente."
		"Simples e bem clara."			"Explica melhor."
	Comentários negativos	"Não é relevante."	"Muito vago."	"Consumidor pode não entender e achar que alguns alimentos possam ter micro-organismos nocivos."	
	Pessoas favoráveis	9	1	8	5
	Pessoas desfavoráveis	0	8	1	4
<b>Sessão 3</b>	Comentários positivos	"Interessante, dá para saber uma vantagem do processo." "Passa uma informação a mais que é aumentar a durabilidade do produto."	"Acho que o consumidor vai absorver bem."	"Informa bem porque o alimento vai durar mais." "Qualquer tipo de consumidor vai entender."	"Para o marketing do produto é legal." "Se garantir mesmo, ok."
	Comentários negativos		"Não acho bom, segurança em relação a que?" "Vago."	"Pode induzir o consumidor a pensar que o alimento estava ruim, cheio de micro-organismos, e agora que eliminou, melhorou."	"A irradiação não remete a coisa fresca." "Frescor e qualidade não soam bem."
	<b>Total</b>	Pessoas favoráveis	24	2	21
	Pessoas desfavoráveis	2	24	5	7

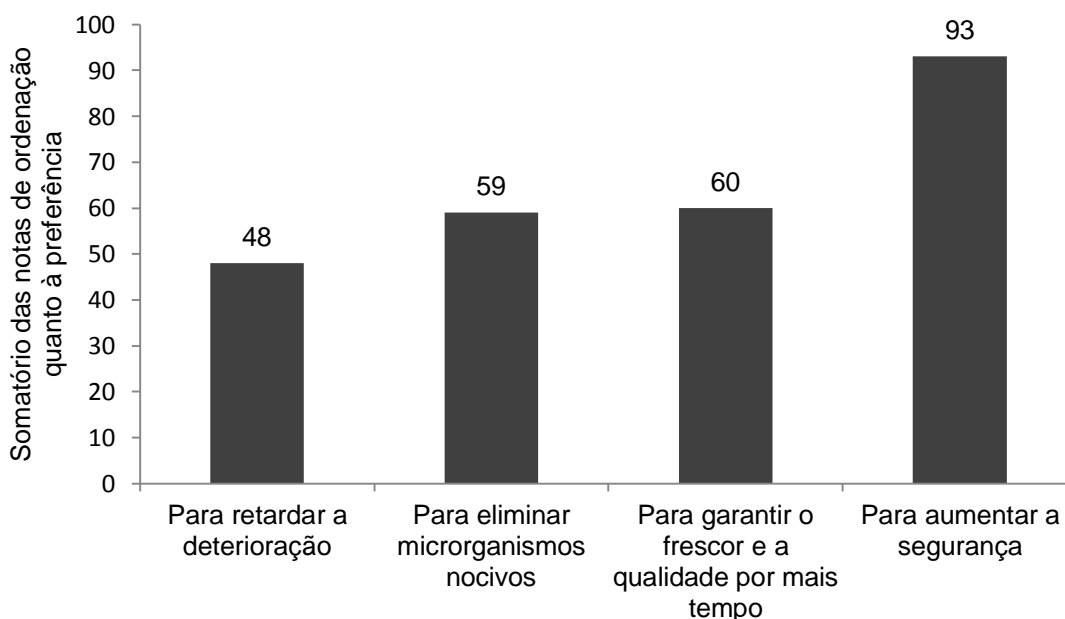


Figura 3.2 – Ordenação da preferência dos participantes pelas informações adicionais propostas.

Os participantes ordenaram as informações quanto à preferência, sendo atribuída a nota 1 para a informação adicional preferida e assim sucessivamente até a nota 4, referente à informação adicional menos preferida. Dessa forma, a informação adicional com menor valor do somatório das notas de todos os participantes foi a preferida.

As informações adicionais de maior preferência foram “para retardar a deterioração”, “para eliminar micro-organismos nocivos” e “para garantir o frescor e qualidade por mais tempo”, respectivamente (Figura 3.2). Segundo os participantes, tais informações são de fácil entendimento e apontam os motivos e vantagens do processo de irradiação. Já a informação adicional “para aumentar a segurança” foi a menos preferida por ter sido considerada muito vaga, imprecisa e, conseqüentemente, causadora de maiores dúvidas (Tabela 3.2). Um participante da sessão 3 sugeriu a utilização da informação adicional “para aumentar a conservação”, que foi bem vista pelos demais participantes da sessão.

As pesquisas que têm investigado a preferência dos consumidores por informações adicionais relacionadas à irradiação de alimentos têm obtido resultados variados, devido, talvez, à grande possibilidade de informações

existentes. Entretanto, as informações “para eliminar micro-organismos nocivos” e “para retardar a deterioração” parecem ser consenso entre a maioria dos consumidores.

Schutz et al. (1989) verificaram que dois terços dos consumidores de sua pesquisa consideram os produtos com as informações adicionais “irradiado para estender a vida de prateleira” ou “irradiado para retardar a deterioração” como mais frescos que os produtos não irradiados. O produto com a informação adicional “irradiado para controlar micróbios” foi visto como mais seguro por 42 % dos entrevistados e como de melhor qualidade por 36 % deles. Entretanto, A informação adicional que gerou maior impacto positivo na intenção de compra dos consumidores foi “irradiado para controlar micro-organismos” (SCHUTZ et al., 1989).

Em outro estudo, entre várias possíveis informações adicionais testadas, “pasteurizado a frio (irradiado) para eliminar as bactérias nocivas”, “irradiado para a sua segurança” e “tratado com radiação para eliminar bactérias nocivas” foram consideradas pelos consumidores como as informações adicionais mais informativas e importantes (IFIC, 1998).

Durante todas as sessões foi repetidamente comentado sobre a necessidade de maior divulgação de informações sobre o método de conservação de irradiação para que ocorra maior aceitação da população brasileira. Foram citadas várias formas de divulgação: por meio do rótulo, de panfletos, pessoas no local de venda, mídia, escolas e por ações do governo.

“Se o alimento irradiado já for comercializado e se tem aceitação grande nos EUA é porque a população já tem conhecimento sobre esse processo; se tem conhecimento, tem segurança de que estão comprando um produto que não faz mal à saúde. E aqui no Brasil a população não tem essa informação... Igual ocorreu com agrotóxico e orgânico, que a população foi informada; existiu uma época no Brasil em que isso foi muito divulgado. Isso ainda falta acontecer com irradiação.” (S1)

“Na comercialização deveria ter um texto explicando o que é alimento irradiado ou até o vendedor explicando.” (S2)

“O panfleto é interessante, mas acho que existe a necessidade de outra forma de divulgação para que as pessoas fiquem mais habituadas sobre o que é o processo.” (S3)

“Não deveria informar somente no rótulo. Deveria explicar, pela mídia, por exemplo, que é uma grande forma de passar informações sobre o que seria o produto irradiado, para que ocorra aceitação do povo... Aqui no Brasil a população não tem essa informação.” (S1)

“Vale a pena investir em divulgação no local onde é vendido, não só na mídia.” (S1)

“Deve haver informação para as pessoas entenderem melhor o que estão consumindo. Para que as pessoas leigas não correlacionem com câncer, como elas fazem com os transgênicos. (S2)

“Talvez a televisão ajudasse mais a divulgar. Esse tipo de caso também é na área de saúde pública. O governo tem que informar sobre alimentos irradiados. Igual foi feito com os transgênicos... Às vezes a indústria é tendenciosa, ela não vai informar se a irradiação é ruim. Acho que isso é papel do governo... e a universidade é importante também, igual está sendo feito aqui, procurar saber a opinião do consumidor.” (S3)

Behrens et al. (2009) também verificaram que alguns consumidores apresentam receio à tecnologia de irradiação devido à falta de informação. Além disso, algumas pessoas também demonstraram desconfiança quando as informações são fornecidas por indústrias de alimentos, que, segundo eles, priorizam o lucro. Os participantes concordaram que universidades, profissionais de saúde e o governo são fontes mais confiáveis de informação.

Como sugerido pelos participantes do presente estudo, estudo realizado em 1998, nos Estados Unidos, forneceu evidências de que a aceitação do consumidor por alimentos irradiados é positivamente correlacionada com o nível de conhecimento do consumidor sobre o processo. Assim, quanto maior o nível de conhecimento do consumidor sobre a irradiação de alimentos, maior a aceitação pelos alimentos irradiados e pelo processo de irradiação (IFIC, 1998).

#### 4. CONCLUSÃO

Concluiu-se que os consumidores são favoráveis à presença do símbolo radura e de informações adicionais verdadeiras, esclarecedoras e de fácil entendimento nos rótulos de alimentos irradiados, e consideram o termo “ionização” menos impactante e assustador que o termo “irradiação”. Porém, uma parcela dos participantes exige que a tecnologia real utilizada no alimento seja informada, no caso “irradiação”, afirmando que o termo “ionização” pode remeter a outras tecnologias utilizadas em alimentos, sendo, portanto, enganosa.

Além disso, concluiu-se que os consumidores reconhecem que apresentam conhecimentos limitados sobre o processo de irradiação de alimentos, o que gera preconceito e rejeição pela tecnologia, sendo necessária maior divulgação de informações por parte do governo, universidades e indústria de alimentos para que ocorra maior aceitação da população por alimentos irradiados.

Por fim, concluiu-se que a maior dúvida e preocupação dos consumidores quanto a alimentos irradiados são os seus possíveis malefícios à saúde; o esclarecimento de tal dúvida, por fontes confiáveis, poderia acarretar em maior aceitação por alimentos irradiados e, conseqüentemente, maior utilização da irradiação em alimentos e maior oferta de alimentos microbiologicamente mais seguros e com maior vida de prateleira.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHRENS, J. H.; BARCELLOS, M. N.; FREWER, L. J.; NUNES, T. P.; LANDGRAF, M. Brazilian consumer views on food irradiation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 383-389, 2009.

CASEY, M. A.; KRUEGER, R. A. Focus group interviewing. In MacFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Measurement of food preferences**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, cap. 4, p. 77-96, 1994.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Non-O157 Shiga toxin-producing E. coli (STEC) outbreaks, United States**. 2010. Disponível em:



<[http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec\\_obs\\_052110.pdf](http://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/files/2010/05/nono157stec_obs_052110.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2013.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN). **Irradiação de alimentos**. Ano 6, n. 6, 2010. Disponível em: <<http://www.cdtm.br/Pesquisa2/Laboratorios/News20.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA. Food irradiation survey. **Angus Reid Public Opinion**, 2012.

CURTIS, K. R.; MCCLUSKEY, J. J.; WAHL, T. I. Consumer acceptance of genetically modified food products in the developing world. **AgBioForum**, v. 7, n. 1-2, p. 70-75, 2004.

DELLA LUCIA, S. M. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolha do consumidor**. 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R. Grupo de foco. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 4, p. 83-107, 2010.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A. Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 6, p. 125-167, 2010.

DeRUITER, F. E.; DWYER, J. Consumer acceptance of irradiated foods: dawn of a new era? **Food Service Technology**, v. 2, n. 2, p. 47-58, 2002.

EUROBAROMETER. Europeans' attitudes towards animal cloning, analytical report. Survey Requested by Directorate General Health and Consumers and Coordinated by Directorate General Communication (European Commission). In: **Flash eurobarometer**, v. 238. Brussels: The Gallup Organization, 2008.

EUSTICE, R. F.; BRUHN, C. M. Consumer acceptance and marketing of irradiated foods. In: FAN X.; SOMMERS, C. H. (Eds.). **Food irradiation research and technology**. 2ª ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists, cap. 10, p. 173-195, 2013.

FALKENSTEIN, D. Strawberry E. coli O157:H7 outbreak update: 13 ill; berry sales may have been illegal. **Food Poison Journal**, 2011. Disponível em: <<http://www.foodpoisonjournal.com/foodborne-illness-outbreaks/strawberry-e-coli-o157h7-outbreak-update-13-ill-berry-sales-may-have-been-illegal>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. **Food irradiation: a better way to kill microbes associated with food borne illness**. 2012. Disponível em: <<http://www-naweb.iaea.org/nafa/news/food-irradiation.html>>. Acesso em: 21 mar. 2012.

- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- FREWER, L.; LASSEN, J.; KETTLITZ, B.; SCHOLDERER, J.; BEEKMAN, V.; BERDAL, K. G. Societal aspects of genetically modified foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, n. 7, p. 1181-1193, 2004.
- GOETZ, G. Did Deer Cause Oregon's Strawberry Outbreak? **Food Safety News**. 2011. Disponível em: <<http://www.foodsafetynews.com/2011/08/epis-pinpoint-strawberries-in-or-e-coli-outbreak/>>. Acesso em: 05 mar. 2013.
- GUERRERO, L.; COLOMER, W.; GUÀRDIA, M. D.; XICOLA, J.; CLOTET, R. Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 5, p.387-395, 2000.
- GUNES, G.; TEKIN, M. D. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: results of a survey conducted on Turkish consumers. **LWT**, v. 39, n. 4, p. 443-447, 2006.
- HENSON, S. Demand-side constraints on the introduction of new food technologies: the case of food irradiation. **Food Policy**, v. 20, n. 2, p. 111-127, 1995.
- INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL (IFIC). **Consumer attitudes toward food irradiation**. 1998. Disponível em: <[http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Consumer\\_Atitudes\\_Toward\\_Food\\_Irradiation\\_](http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Consumer_Atitudes_Toward_Food_Irradiation_)>. Acesso em: 05 mai. 2013.
- JUNQUEIRA-GONÇALVES, M. P.; GALOTTO, M. J.; VALENZUELA, X.; DINTEN, C. M.; AGUIRRE, P.; MILTZ, J. Perception and view of consumers on food irradiation and the radura symbol. **Radiation Physics & Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 119–122, 2011.
- LYNCH, M. F.; TAUXE, R. V.; HEDBERG, C. W. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. **Epidemiology and Infection**, v. 137, n. 3, p. 307-315, 2009.
- MOREHOUSE K. M.; KOMOLPRASERT, V. Irradiation of food and packaging: An overview. In: KOMOLPRASERT, V.; MOREHOUSE, K. M. **Irradiation of food and packaging**. Recent Developments. Washington (DC): American Chemical Society, cap. 1, p. 1-11, 2004.
- OLIVEIRA, I. B.; SABATO, S. F. Dissemination of the food irradiation process on different opportunities in Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 71, n. 1-2, p. 493-497, 2004.
- ORNELLAS, C. B. D.; GONÇALVES, M. P. J.; SILVA, P. R.; MARTINS, R. T. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.
- PREVOR, J. **Arguing for irradiation**. 2007. Disponível em: <<http://www.perishablepundit.com/index.php?date=01/11/07&pundit=5>>. Acesso em: 21 mar. 2012.
- ROLLIN, F. KENNEDY, J.; WILLS, J. Consumers and new food technologies. **Trends in Food & Technology**, v. 22, n. 2-3, p. 99-111, 2011.

SCHUTZ, H. G.; BRUHN, C. M.; DIAZ-KNAUF, K. V. Consumer attitudes towards irradiated foods: Effects of labeling and benefits information. **Food Technology**, v. 43, n. 10, p. 80-86, 1989.

THOMAS, P. **Irradiation of strawberries: a compilation of technical data for its authorization and control**. Geneva: WHO, 1993. 37 p.

VITAL, H. C.; HERNANDES, N. K.; SANTOS, A. A conservação de alimentos por irradiação. **Revista CTEEx P & D**. Centro Tecnológico do Exército, Rio de Janeiro - RJ. Ano II, n. 2, p. 45-50, 2008.

ZEGOTA, H. Suitability of Dukat strawberries for studying effects on shelf life of irradiation combined with cold storage. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 187, n. 2, p. 111-114, 1988.

## **CAPÍTULO IV**

**ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES NA AVALIAÇÃO DA INTENÇÃO DE COMPRA E DA ESCOLHA DE EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO**

## **Análise conjunta de fatores na avaliação da intenção de compra e da escolha de embalagens de morango irradiado**

### **Resumo**

A irradiação de alimentos é cientificamente aceita como um ótimo método de conservação e é regulamentada e permitida por diversos países. Apesar disso, pessoas têm demonstrado rejeição por este método de conservação e, conseqüentemente, pelo termo “irradiação”, obrigatoriamente presente nas embalagens de alimentos irradiados. As informações contidas nas embalagens dos alimentos podem resultar em aceitação ou rejeição pelo produto. Dessa forma, objetivou-se neste estudo avaliar e quantificar o efeito de fatores da embalagem de morango irradiado na intenção de compra do produto e a probabilidade de escolha de embalagens de morango irradiado, por meio da Análise Conjunta de Fatores (ANCF) e da Análise Conjunta de Fatores Baseada em Escolhas (ANCFE). Os resultados obtidos com a ANCF e com a ANCFE, nas quais 144 consumidores realizaram as análises, demonstraram que os fatores informação adicional e símbolo radura (símbolo de alimento irradiado) possuem grande influência na avaliação dos consumidores. Já o fator informação do método de conservação não apresentou influência significativa ( $p < 0,001$ ) na escolha dos consumidores. Entretanto, para uma parcela de consumidores ( $n = 8$ ) a presença, na embalagem, da informação de tratamento “alimento tratado por processo de ionização” é primordial para uma maior intenção de compra do produto; e a embalagem contendo tal informação foi a que obteve maior probabilidade de escolha na ANCFE. Dessa forma, a embalagem ideal para morango irradiado deve apresentar as informações “alimento tratado por processo de ionização”, “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura. Vale lembrar que a legislação brasileira determina que o termo “irradiação” esteja presente na parte frontal da embalagem de produtos irradiados; contudo, foi demonstrado no presente estudo que uma parcela da população possui grande rejeição por este termo, preferindo o termo “ionização”. Tais resultados auxiliam na confecção de embalagens de morango irradiado, fornecendo informações importantes para a determinação dos fatores primordiais para uma maior intenção de compra e escolha deste produto.

Palavras-chave: análise conjunta de fatores, características não sensoriais, irradiação de alimentos.

### *Abstract*

Food irradiation is scientifically accepted as a great method of preservation and it is regulated and permitted by many countries. Despite this, people have demonstrated rejection by this method of preservation and hence the term "irradiation", mandatorily present in the packaging of irradiated food. The information provided on food packaging can result in acceptance or rejection of the product. Thus, this study aimed to evaluate and quantify the effect of factors

of the packaging of irradiated strawberry in purchase intent and the probability of choice of irradiated strawberry packaging by ratings-based conjoint analysis and choice-based conjoint analysis. The results obtained with the ratings-based conjoint analysis and the choice-based conjoint analysis, in which 144 consumers participated, demonstrated that factors additional information and radura symbol (symbol of irradiated food) have great influence on the evaluation of consumers. The factor information of the preservation method showed no significant influence ( $p < 0.001$ ) in consumer choice. However, for a part of consumers ( $n = 8$ ), the presence, on the packaging, of the information "food treated by ionization process" is primordial to a greater intent to purchase the product; and the packaging containing such information was the one that obtained the greatest choice probability in choice-based conjoint analysis. Thus, the ideal packaging for irradiated strawberry must include the information "food treated by ionization process", the additional information "to ensure freshness and quality for longer" and the presence of radura symbol (symbol of irradiated food). Brazilian law determines the presence of the term "irradiation" on the front of the packaging of irradiated products; however this study demonstrated that a part of the population has rejected this term, preferring the term "ionization". These results will help in the making of irradiated strawberry packaging, providing important information for determining the key factors to a greater intent to purchase and choose this product.

*Keywords:* conjoint analysis, non-sensory characteristics, food irradiation.

## 1. INTRODUÇÃO

A irradiação de alimentos é cientificamente aceita como ótimo método de conservação e é regulamentada e permitida por diversos países. Apesar disso, sua completa comercialização tem sido limitada devido à rejeição e ao receio de parte da população à sua utilização em alimentos. Diversos estudos têm documentado a rejeição de parte da população pelo processo de irradiação (GUNES e TEKIN, 2006; JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011; CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012; EUSTICE e BRUHN, 2013). A legislação brasileira determina que os rótulos de alimentos irradiados apresentem os dizeres "Alimento tratado por processo de irradiação" na parte frontal da embalagem (BRASIL, 2001). As indústrias de alimentos, receosas de que a presença do termo "irradiação" no rótulo de seus alimentos possa acarretar em menor aceitação por seus produtos, não têm utilizado a irradiação como método de conservação (ORNELLAS et al., 2006; EUSTICE e BRUHN, 2013).

Alguns autores afirmam que o termo “irradiação” no rótulo do alimento pode diminuir a intenção de compra dos consumidores e, em alguns países, têm sido defendida a substituição da palavra “irradiação” por outra que não lembre radiação. Algumas opções sugeridas são: “pasteurização a frio”, “pasteurização eletrônica”, “energia ionizante” ou “ionização” (DeRUITER e DWYER, 2002; MOREHOUSE e KOMOLPRASERT, 2004; VITAL et al., 2008). Outro fator que pode influenciar a intenção de compra e a escolha dos consumidores é a presença de informação sobre o processo de irradiação no rótulo. Está sendo observado que, depois que consumidores céticos quanto à irradiação são informados dos benefícios e da segurança do processo de irradiação, sua reação torna-se predominantemente positiva com relação ao processo (VITAL et al., 2008).

A análise conjunta de fatores é um método quantitativo que tem sido empregado para obter resultados que auxiliem na elucidação do comportamento dos consumidores diante de um produto, principalmente com o intuito de analisar o efeito dos atributos da embalagem sobre a escolha e a compra do consumidor. Uma das metodologias de análise conjunta de fatores, a forma *ratings-based* (denominada aqui análise conjunta de fatores ou ANCF) emprega como coleta de dados a marcação da intenção de compra das embalagens avaliadas em escalas. Na forma denominada *choice-based* (análise conjunta de fatores baseada em escolhas ou ANCFE), os consumidores escolhem uma ou mais embalagens dentre um conjunto delas, em vez de atribuir notas separadamente (HAIR JUNIOR et al., 1995). Utilizando-se tais métodos de análise, podem-se verificar as características do rótulo ou da embalagem que são determinantes para uma maior intenção de compra ou escolha do produto pelos consumidores.

As informações obtidas com tais metodologias tornam-se necessárias para elucidar os fatores que afetam o comportamento dos consumidores, auxiliando, dessa forma, na elaboração de estratégias que visam melhorar a aceitação e a intenção de compra dos alimentos. Estas informações são ainda de maior importância quando se trata da investigação de fatores relacionados a uma técnica de conservação polêmica e que apresenta grande influência no comportamento dos consumidores, como é o caso da irradiação de alimentos.

Sendo assim, objetivou-se, por meio da análise conjunta de fatores e da análise conjunta de fatores baseada em escolhas, avaliar e quantificar o efeito de informações contidas nos rótulos das embalagens de morango irradiado na intenção de compra e a probabilidade de escolha destas embalagens pelo consumidor, inferindo sobre a embalagem ideal para morango irradiado.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – ES, Brasil, sob o número 242.830.

Após a avaliação das amostras pela ANCFE os participantes responderam a um questionário com perguntas sócio demográficas, sobre consumo de morango, hábito de fazer compras de produtos alimentícios e conhecimento e intenção de compra de alimentos irradiados (Anexo 2).

A ANCF e a ANCFE foram realizadas em mesa redonda no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos do CCA-UFES.

A princípio realizou-se a ANCF, objetivando avaliar e quantificar o efeito de fatores do rótulo da embalagem de morango irradiado na intenção de compra dos consumidores de morango. Posteriormente, os mesmos consumidores realizaram a ANCFE, visando avaliar os efeitos dos fatores e seus níveis na escolha do rótulo de morango irradiado.

A seguir estão descritas as etapas dessas análises. A ANCF e ANCFE apresentaram a maioria das etapas em comum; nas etapas em que isso não ocorreu o tópico foi dividido em dois subtópicos, um para cada metodologia, para facilitar o entendimento das técnicas. As etapas deste estudo foram realizadas de acordo com Della Lucia (2008), Carneiro et al. (2010) e Della Lucia et al. (2010).



## 2.1. PARTICIPANTES

A avaliação da intenção de compra e da escolha de embalagens de morango irradiado foi realizada por 144 consumidores de morango, entre estudantes e funcionários do CCA-UFES e moradores de Alegre – ES.

## 2.2. DETERMINAÇÃO DOS FATORES DAS EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO E SEUS RESPECTIVOS NÍVEIS

A determinação dos fatores e seus níveis foi realizada com base nos resultados das sessões de grupos de foco do Capítulo III desta dissertação. Os fatores considerados mais relevantes na embalagem de alimento irradiado foram a informação do método de conservação, informação adicional e presença do símbolo radura. Os fatores e seus respectivos níveis estão detalhados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Fatores das embalagens e seus respectivos níveis em estudo

Fator	Descrição dos níveis
Informação do método de conservação	1 - Alimento tratado por processo de irradiação 2 - Alimento tratado por processo de ionização
Informação adicional	1 - Para aumentar a conservação 2 - Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo
Símbolo radura	1 - Presença 2 - Ausência

## 2.3. COLETA DE DADOS E ARRANJO EXPERIMENTAL

O método de coleta de dados utilizado foi o de perfil completo (GREEN e SRINIVASAN, 1978); portanto, cada tratamento avaliado foi composto pela combinação de um nível de cada um dos três fatores. O arranjo de tratamentos utilizado foi o fatorial completo, que corresponde a todas as possíveis combinações entre os níveis dos fatores (CARNEIRO et al., 2010). Dessa forma, obtiveram-se oito tratamentos, detalhados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Tratamentos em estudo

Tratamento	Informação do método de conservação	Informação adicional	Símbolo radura
1	Alimento tratado por processo de irradiação	Para aumentar a conservação	Ausência
2	Alimento tratado por processo de irradiação	Para aumentar a conservação	Presença
3	Alimento tratado por processo de ionização	Para aumentar a conservação	Ausência
4	Alimento tratado por processo de ionização	Para aumentar a conservação	Presença
5	Alimento tratado por processo de irradiação	Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	Ausência
6	Alimento tratado por processo de irradiação	Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	Presença
7	Alimento tratado por processo de ionização	Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	Ausência
8	Alimento tratado por processo de ionização	Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	Presença

#### 2.4. CONFECÇÃO DOS RÓTULOS DAS EMBALAGENS

Definidos os fatores, seus níveis e os tratamentos em estudo, os rótulos das embalagens de morango irradiado foram confeccionados por profissional especializado em elaboração de rótulos, utilizando o programa Corel®, com base em embalagens de produtos comerciais existentes e estando de acordo com as normas de rotulagem de alimentos. A marca do morango utilizada foi fictícia. As imagens de morangos acondicionados em embalagens que continha os rótulos correspondentes aos tratamentos em estudo foram impressas em folhas de papel ofício A4 por impressora a *laser* colorida. Na Figura 4.1 (a) e (b) estão demonstrados dois exemplos de embalagens contendo rótulos de morango irradiado confeccionados.



(a)



(b)

Figura 4.1 – Exemplos das embalagens em estudo: (a) Tratamento 1; (b) Tratamento 8.

## 2.5. AVALIAÇÃO DAS EMBALAGENS CONTENDO OS RÓTULOS CONFECCIONADOS (TRATAMENTOS)

Nas duas metodologias (ANCF e ANCFE), antes de realizar a análise das embalagens, os consumidores foram orientados a respeito do procedimento do teste e solicitados a se comportarem como se estivessem em um supermercado para comprar morango.

### 2.5.1. Análise conjunta de fatores (ANCF)

As imagens dos tratamentos foram apresentadas aos consumidores codificadas com números aleatórios de três dígitos e dentro de envelopes plásticos de pasta catálogo. Foi solicitado ao avaliador passar um envelope plástico a cada avaliação, de modo que todos os tratamentos fossem avaliados de forma monádica. Foi padronizado o tempo de 15 segundos para avaliação de cada tratamento, seguido de mais 10 segundos para preenchimento da ficha resposta e passagem para o envelope seguinte. Na ficha do teste, para avaliar a intenção de compra, utilizou-se a escala linear horizontal não estruturada de nove centímetros, composta de duas âncoras nas extremidades conforme demonstrado na Figura 4.2.

Nome: _____	Sexo: _____	Data: _____
Código da amostra: _____		
Considere que você deseja comprar morango. Por favor, marque na escala abaixo a sua intenção de compra para o produto.		
Intenção de compra	-----	
Definitivamente não compraria		Definitivamente compraria

Figura 4.2 – Ficha utilizada para avaliar a intenção de compra das embalagens (Baseada em Della Lucia, 2008).

A primeira imagem de embalagem apresentada foi a mesma para todos os consumidores, consistindo de uma imagem idêntica aos dos tratamentos, porém sem nenhuma informação acerca dos fatores em estudo. Dessa forma, pretendeu-se eliminar o efeito da primeira amostra (embalagem) na avaliação da amostra subsequente.

A partir da primeira imagem de embalagem foram apresentados os tratamentos em estudo, seguindo o delineamento experimental proposto por MacFie et al. (1989) (Anexo 4). A utilização deste delineamento possibilitou que cada tratamento aparecesse o mesmo número de vezes em cada posição e fosse precedido o mesmo número de vezes pelos outros tratamentos. Assim, foi eliminado o efeito da ordem de apresentação e o efeito residual referente à influência de um tratamento na avaliação do subsequente.

O delineamento utilizado contém 48 diferentes possibilidades de ordenar a apresentação dos tratamentos, suficientes para estimar os três efeitos principais (informação do método de conservação, informação adicional e símbolo radura) nas análises de modo não viesado. Cada consumidor presente na sessão representou uma repetição do delineamento; o estudo foi realizado em 3 repetições, de modo que, no total, 144 consumidores participaram do estudo.

### **2.5.2. Análise conjunta de fatores baseada em escolhas (ANCFE)**

Na ANCFE os oito tratamentos em estudo foram expostos simultaneamente ao consumidor por sobre uma mesa e lhes foi dado o tempo de 2 minutos para análise das embalagens. Decorridos os 2 minutos, foi solicitado ao participante marcar em ficha resposta (Figura 4.3) o código da embalagem que ele escolheria para compra.

Nome: _____ Sexo: _____ Data: _____
Considere que você deseja comprar morango. Por favor, escreva no espaço abaixo o código do produto que você compraria.
Código: _____

Figura 4.3 - Ficha utilizada para avaliar a escolha da embalagem (Baseada em Della Lucia, 2008).

A ordem das imagens das embalagens sobre a mesa também seguiu o delineamento experimental proposto por MacFie et al. (1989) (Anexo 4), em três repetições.

## 2.6. ANÁLISE DOS DADOS

A análise de dados da ANCF foi realizada de acordo com Della Lucia (2008) e Carneiro et al. (2011) e a análise dos dados da ANCFE seguiu o procedimento utilizado por Della Lucia et al. (2010), os quais são descritos brevemente a seguir.

A análise estatística dos resultados da ANCF e da ANCFE foi realizada na Universidade Federal de Viçosa (UFV), utilizando o software estatístico *Statistical Analysis System* (SAS), licenciado para a UFV.

### 2.6.1. Análise conjunta de fatores (ANCF)

A princípio, transformou-se em escores (valores variando de 0 cm a 9 cm) os resultados das fichas de intenção de compra (Figura 4.2) dos consumidores; para isso, utilizando régua, mediu-se a distância da extremidade esquerda (definitivamente não compraria) da escala não estruturada e a marca (resposta) dada pelo consumidor.

Para determinar como os níveis dos fatores se combinam para formar a nota de intenção de compra foi adotado o modelo aditivo (equação 1, página 41) como regra de composição. Dessa forma, assumiu-se que as contribuições

dos níveis dos fatores dos tratamentos são somadas para se obter a nota de intenção de compra do consumidor.

A análise dos dados foi realizada por meio do modelo de análise por segmentos. Primeiramente, calcularam-se os coeficientes de preferência (CP's) individuais dos consumidores; em seguida, agruparam-se os consumidores que apresentaram valores de CP's semelhantes, ou seja, demonstraram comportamento parecido. Feito o agrupamento, realizou-se a análise agregada, determinando os CP's de cada nível de cada fator em um mesmo segmento (grupo).

Para o cálculo dos CP's foi utilizado o modelo estatístico para regressão linear múltipla com variáveis *dummy* (indicadoras), o qual, para  $n$  fatores com  $m_i$  níveis cada,  $i = 1, 2, \dots, n$ , é:

$$Y_{jk} = \tau_j + \varepsilon_{jk}, \text{ com } \tau_j = \beta_0 + \sum_{i=1}^{m_1} \beta_{1i} X_{1i}^j + \sum_{i=1}^{m_2} \beta_{2i} X_{2i}^j + \dots + \sum_{i=1}^{m_n} \beta_{ni} X_{ni}^j \quad (4.1)$$

Em que  $Y_{jk}$  é a nota (de intenção de compra, neste estudo) para o  $j$ -ésimo tratamento, dado pelo  $k$ -ésimo consumidor para  $j = 1, 2, \dots, 8$  tratamentos avaliados neste estudo por cada um dos  $k = 1, 2, \dots, 144$  consumidores. Para  $n = 1, 2, 3$  fatores e  $m_1 = m_2 = m_3 = 2$  níveis, tem-se  $X_{ni}^j = 1$  quando o  $i$ -ésimo nível do  $n$ -ésimo fator está presente no  $j$ -ésimo tratamento e  $X_{ni}^j = 0$  caso contrário.  $\beta_{ni}$  é o parâmetro a ser estimado (CP) do  $i$ -ésimo nível do  $n$ -ésimo fator e  $\varepsilon_{jk}$  corresponde ao erro aleatório associado à observação  $Y_{jk}$ . Portanto, o modelo apresentado para a análise conjunta de fatores é baseado em um modelo para análise de variância (ANOVA) de um experimento fatorial considerando-se os efeitos principais dos fatores (sem interações) (DELLA LUCIA, 2008).

O modelo também pode ser representado na forma matricial, sendo  $Y = X\beta + \varepsilon$ , em que  $Y$  é o vetor contendo as notas dos consumidores dos tratamentos avaliados,  $X$  é a matriz de 0's e 1's contendo as variáveis *dummy* e  $\beta$  é o vetor de parâmetros a serem estimados (CP's). Utilizando a forma matricial,  $\beta$  pôde ser calculado utilizando o método de mínimos quadrados ordinários (DELLA LUCIA, 2008).

Para a análise de agrupamento foi utilizado o método *average distance* e a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade. Em cada grupo formado foi realizada a análise agregada, com a apresentação dos CP's do níveis de cada fator e as importâncias relativas (IR's) desses fatores em cada grupo.

Para o cálculo da IR do fator  $n$ , inicialmente determinou-se a importância do fator ( $I_n$ ) pela diferença entre os valores máximo e mínimo dos CP's de seus níveis:

$$I_n = \text{Máximo}(\beta_{ni}) - \text{Mínimo}(\beta_{ni}) \quad (4.2)$$

Calculado a importância de cada fator, a importância relativa ( $IR_n$ ) para cada fator foi determinada como:

$$IR_n(\%) = \frac{I_n}{\sum_{n=1}^3 I_n} \cdot 100\% \quad (4.3)$$

Para maiores detalhes sobre a metodologia e sobre o cálculo dos CP's, recomenda-se a leitura de Della Lucia (2008) e Carneiro et al. (2011).

### **2.6.2. Análise conjunta de fatores baseada em escolhas (ANCFE)**

Na ANCFE, os consumidores escolheram apenas uma embalagem dentre as oito em estudo. Sendo assim, sempre que um tratamento (imagem da embalagem) era escolhido, era-lhe atribuído o valor 1 e aos demais tratamentos o valor 0. Para realizar a análise dos resultados proposta pela metodologia, os níveis dos fatores também foram codificados (Tabela 4.3).



Tabela 4.3 – Codificação dos níveis dos fatores das embalagens

Fator	Nível	Codificação
1 - Informação do método de conservação	1 - Alimento tratado por processo de irradiação	0
	2 - Alimento tratado por processo de ionização	1
2 - Informação adicional	1 - Para aumentar a conservação	0
	2 - Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	1
3 - Símbolo radura	1 - Presença	0
	2 - Ausência	1

Para estimar a probabilidade de escolha dos tratamentos, foi adotado o modelo proposto por McFadden (1974), denominado de *multinomial logit*, dado por:

$$P_j = \frac{e^{X_j\beta}}{\sum_{i=1}^g e^{X_i\beta}} \quad (4.4)$$

em que  $X$  é a matriz com os valores codificados dos níveis dos fatores e  $\beta$  é o vetor de parâmetros estimados por meio de métodos numéricos iterativos, de modo a maximizar a função de verossimilhança ( $L$ ) da amostra ou, similarmente, o logaritmo da função  $L$ .

Também foi calculado o efeito na razão das probabilidades de se escolher um tratamento  $j$  com base no nível de um fator em detrimento do outro nível deste mesmo fator (valor *hazard ratio*), por meio da equação:

$$Hazard\ ratio_n = \frac{P(nível\ 2)}{P(nível\ 1)} = e^{\beta_n(X_{nível\ 2} - X_{nível\ 1})} \quad (4.5)$$

em que  $n = 1, 2, 3$  fatores,  $X_{nível\ 2} = 1$  e  $X_{nível\ 1} = 0$  (de acordo com a codificação da Tabela 4.3).

Para maiores detalhes recomenda-se a leitura de Della Lucia (2008) e Della Lucia et al. (2010).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL DOS CONSUMIDORES PARTICIPANTES

A maioria dos consumidores participantes da ANCF e ANCFE era do sexo feminino (62 %), tinha faixa etária entre 18 e 24 anos (73 %), possuía o curso superior incompleto (67 %) e era estudante (74 %) (Figura 4.4).

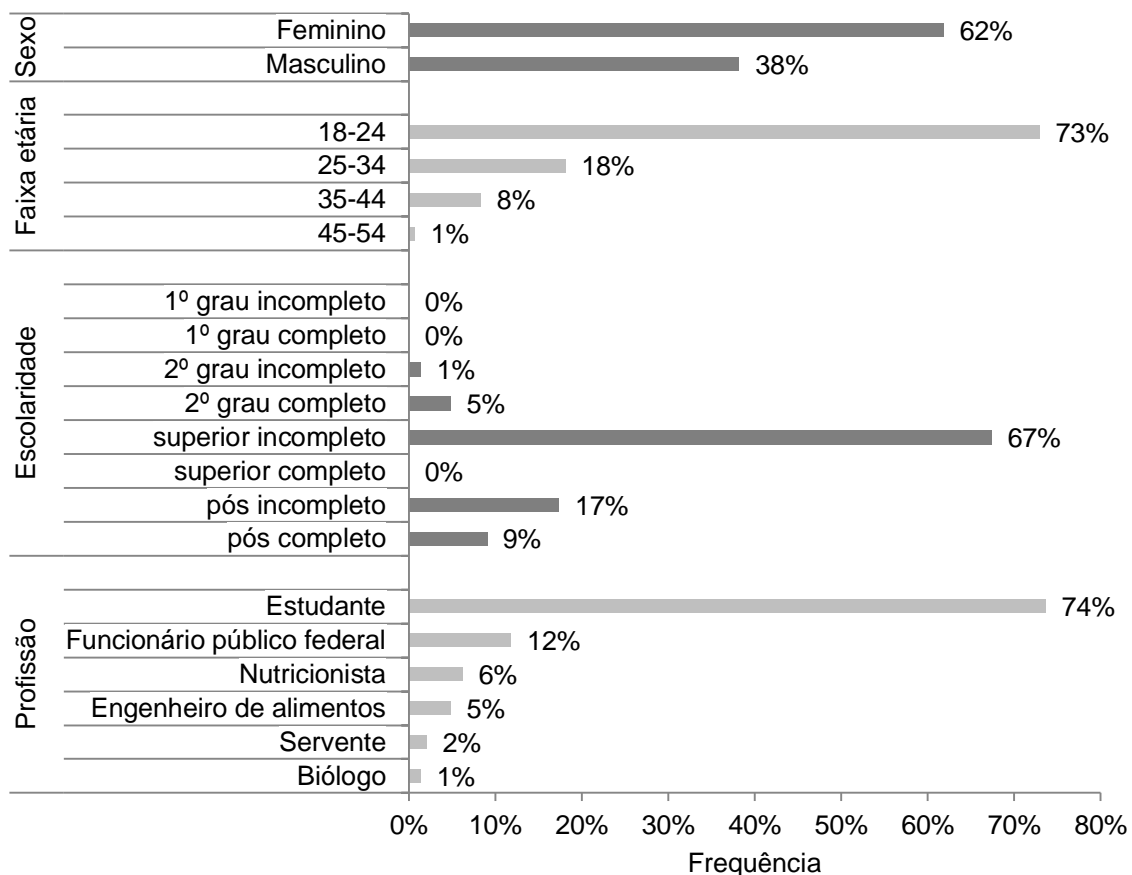


Figura 4.4 – Perfil sociodemográfico dos consumidores.

As perguntas sobre a frequência de consumo de morango e o hábito de fazer compras de produtos alimentícios permitiu verificar que a maioria dos consumidores fazia as compras de supermercado para sua casa (90 %), consumia morango menos de uma vez por mês (78 %) e costumava ler o rótulo dos produtos que consome (Figura 4.5). Além disso, pôde-se observar que as cinco informações mais observadas pelos consumidores nos rótulos de

alimentos e bebidas foram: prazo de validade, preço, informação nutricional, marca e informação sobre ingredientes (Figura 4.6).

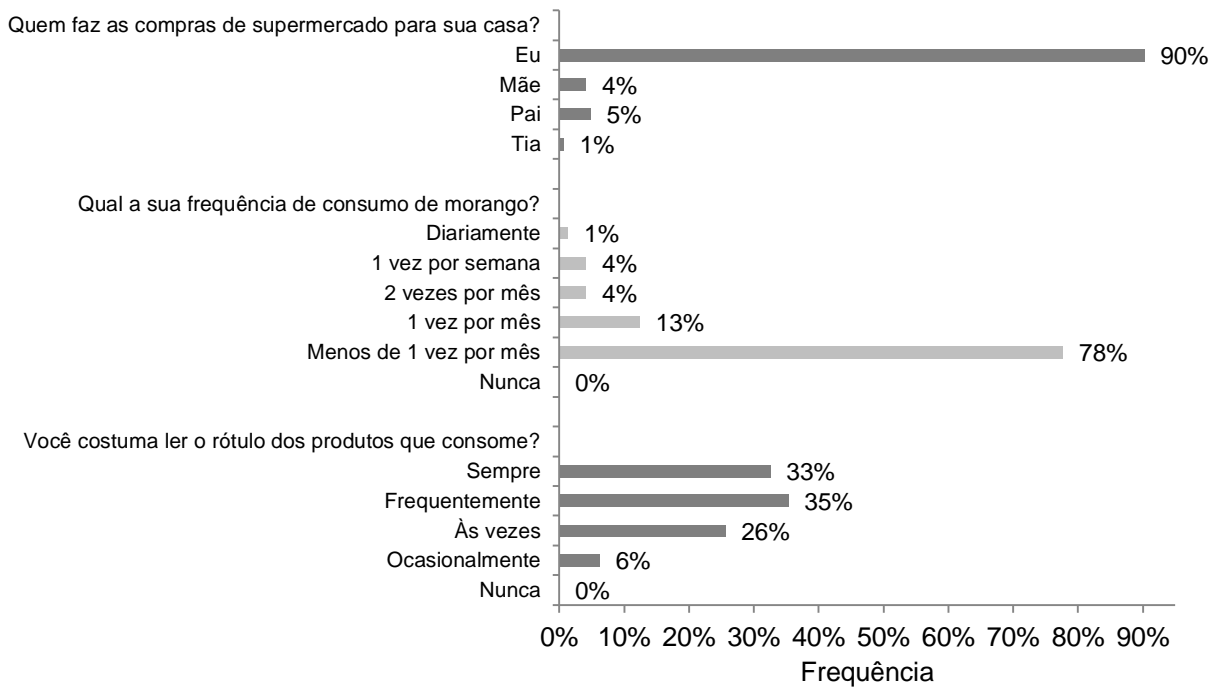


Figura 4.5 – Resultado das perguntas sobre hábitos de compra e consumo.

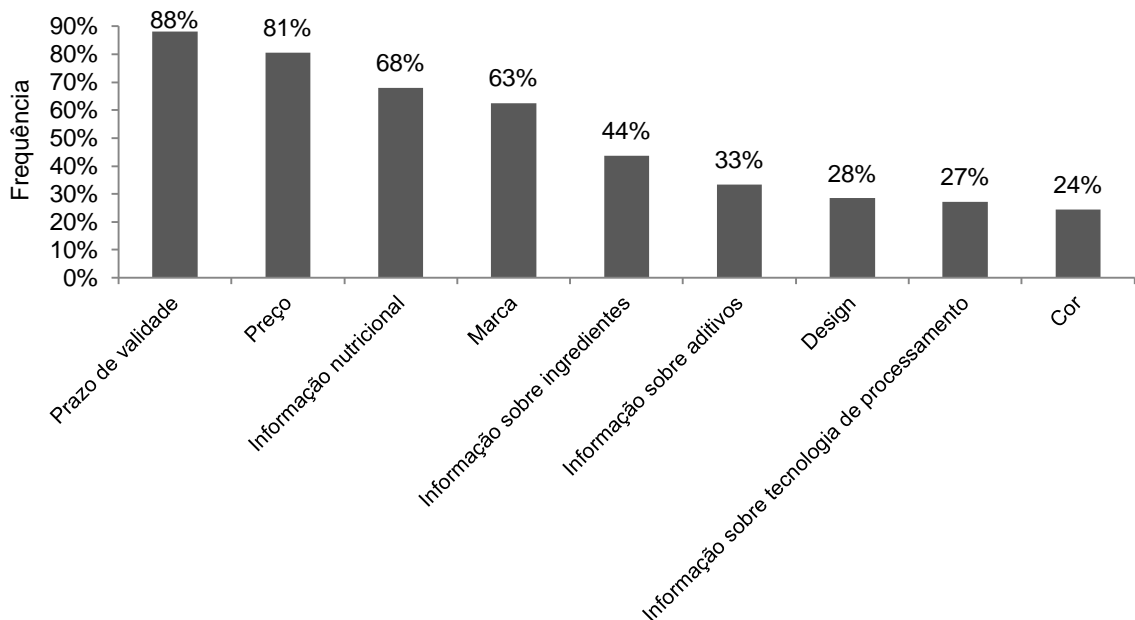


Figura 4.6 – Informações observadas pelos consumidores nos rótulos de alimentos e bebidas.

A maioria dos consumidores (58 %) mostrou-se propensa a comprar um alimento que apresentasse no rótulo os dizeres “alimento tratado por processo de irradiação”; o restante afirmou que estava em dúvida (26 %) ou que não compraria (15 %). Quanto ao conhecimento dos consumidores, aproximadamente 69 % afirmaram saber o que é irradiação de alimentos, 17 % afirmaram não saber e 14 % disseram estar em dúvida (Tabela 4.4). Entretanto, vale lembrar que foi observado no Capítulo II desta dissertação que uma parcela dos consumidores que afirma saber o que é irradiação de alimentos apresenta um conhecimento limitado ou até errôneo sobre o assunto, não sabendo informar uma aplicação, uma vantagem ou uma desvantagem desta tecnologia. Alguns participantes do presente estudo podem possuir perfil semelhante.

Tabela 4.4 – Comportamento e conhecimento dos consumidores sobre alimentos irradiados

Pergunta	Sim	Não sei	Não
Você compraria um alimento que apresentasse no rótulo os dizeres: “Alimento tratado por processo de irradiação”?	58%	26%	15%
Você sabe o que é irradiação de alimentos?	69%	14%	17%

### 3.2. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES (ANCF)

#### 3.2.1. Análise de agrupamento

Por meio do modelo de análise por segmentos, realizou-se a análise conjunta de fatores individualmente para cada participante do estudo, calculando-se os CP's dos níveis dos fatores para cada um deles. Posteriormente, foi realizada a análise de agrupamento, que permitiu verificar, especificando um número de grupos, o número de consumidores pertencentes a cada grupo. Visando a uma investigação mais detalhada, foi realizada a análise de agrupamento para o número de grupos de 1 a 10 (Tabela 4.5). Com o mesmo propósito e para esses mesmos números de grupos, foi realizada a análise agregada. Observando a distribuição dos consumidores, o perfil dos consumidores de cada grupo formado e os resultados da análise agregada,

foram escolhidas as segmentações em 1, 2 e 3 grupos como as mais adequadas, tendo sido seus resultados apresentados e discutidos neste estudo.

Tabela 4.5 – Resumo dos resultados da análise de agrupamento

Número de grupos	Número de consumidores por grupo									
	Grupos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	143	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3	135	8	1	-	-	-	-	-	-	-
4	133	8	2	1	-	-	-	-	-	-
5	132	8	2	1	1	-	-	-	-	-
6	132	8	1	1	1	1	-	-	-	-
7	124	8	8	1	1	1	1	-	-	-
8	124	5	8	3	1	1	1	1	-	-
9	117	7	5	8	3	1	1	1	1	-
10	112	7	5	5	8	3	1	1	1	1

### 3.2.2. Análise agregada

As Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8 contêm os resultados das análises agregadas para a segmentação dos consumidores em um grupo, dois grupos e três grupos, respectivamente.

Na Tabela 4.6, encontram-se os resultados da análise agregada para formação de um grupo constituído de todos os consumidores. Neste grupo, a ordem decrescente de importância relativa dos fatores em estudo foi informação adicional (51 %), símbolo radura (25,6 %) e, por último, informação do método de conservação (23,4 %). Portanto, a informação adicional foi o fator que causou maior influência na intenção de compra dos consumidores, sendo que a expressão “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” influenciou positivamente na avaliação dos mesmos. As expressões “para aumentar a conservação”, “alimento tratado por processo de irradiação” e a ausência do símbolo radura apresentaram impacto negativo na intenção de compra dos consumidores. Dessa forma, de acordo com a ANCF agregada para formação de apenas um grupo, a embalagem de morango irradiado ideal

para os consumidores deveria apresentar as informações “alimento tratado por processo de ionização”, “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura, características referentes ao tratamento 8.

Tabela 4.6 – Resumo da análise conjunta de fatores agregada para um grupo formado

<b>Formação: 1 grupo</b>	Grupo formado Grupo 1 (n = 144)
% do total de consumidores (n = 144)	100%
Fatores e níveis / Importância relativa (IR)	Coefficientes de preferência (CP's)
<b>Informação do método de conservação</b>	
Alimento tratado por processo de irradiação	-0,11
Alimento tratado por processo de ionização	0,11
IR	<b>23,4%</b>
<b>Informação adicional</b>	
Para aumentar a conservação	-0,24
Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	0,24
IR	<b>51,0%</b>
<b>Símbolo radura</b>	
Ausência	-0,12
Presença	0,12
IR	<b>25,6%</b>

Os valores negativos de CP's dos níveis de cada fator indicam influência negativa na intenção de compra.

No segundo caso em estudo (segmentação em dois grupos) (Tabela 4.7), o segundo grupo formado apresentou apenas um consumidor; dessa forma, este grupo foi excluído da análise agregada por não ser representativo para o presente estudo. O primeiro grupo formado foi constituído por 99,3 % dos consumidores do estudo (n = 143), o que pode justificar a semelhança nos resultados da análise agregada desta segmentação para a segmentação em apenas um grupo. Constatou-se que os fatores informação adicional e o símbolo radura também foram os de maiores IR's, respectivamente. A embalagem do tratamento 8 também foi a de maior impacto positivo na intenção de compra dos consumidores, com as informações “alimento tratado por processo de ionização”, “para garantir o frescor e a qualidade por mais

tempo” e a presença do símbolo radura contribuindo positivamente na avaliação dos consumidores.

Tabela 4.7 – Resumo da análise conjunta de fatores agregada para dois grupos formados

<b>Formação: 2 grupos</b>	Grupo formado Grupo 1 (n = 143)
% do total de consumidores (n = 144)	99,3%
Fatores e níveis / Importância relativa (IR)	Coefficientes de preferência (CP's)
<b>Informação do método de conservação</b>	
Alimento tratado por processo de irradiação	-0,11
Alimento tratado por processo de ionização	0,11
IR	<b>22,2%</b>
<b>Informação adicional</b>	
Para aumentar a conservação	-0,26
Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	0,26
IR	<b>53,6%</b>
<b>Símbolo radura</b>	
Ausência	-0,12
Presença	0,12
IR	<b>24,2%</b>

Os valores negativos de CP's dos níveis de cada fator indicam influência negativa na intenção de compra.

Assim como ocorreu no segundo caso em estudo, na segmentação em três grupos (Tabela 4.8), um grupo apresentou apenas um consumidor; dessa maneira, este foi excluído pelo mesmo motivo já comentado.

Tabela 4.8 – Resumo da análise conjunta de fatores agregada para três grupos formados

<b>Formação: 3 grupos</b>	Grupos formados	
	Grupo 1 (n = 135)	Grupo 2 (n = 8)
% do total de consumidores (n = 144)	93,8%	5,6%
Fatores e níveis / Importância relativa (IR)	Coeficientes de preferência (CP's)	
<b>Informação do método de conservação</b>		
Alimento tratado por processo de irradiação	0,02	-2,34
Alimento tratado por processo de ionização	-0,02	2,34
IR	<b>5,5%</b>	<b>95,3%</b>
<b>Informação adicional</b>		
Para aumentar a conservação	-0,28	-0,05
Para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo	0,28	0,05
IR	<b>64,2%</b>	<b>2,0%</b>
<b>Símbolo radura</b>		
Ausência	-0,13	0,06
Presença	0,13	-0,06
IR	<b>30,3%</b>	<b>2,7%</b>

Os valores negativos de CP's dos níveis de cada fator indicam influência negativa na intenção de compra.

Na segmentação em três grupos, o grupo 1 apresentou 93,8 % dos consumidores (n = 135). Neste grupo, a ordem dos fatores quanto à IR continuou semelhante à dos casos anteriormente discutidos. Entretanto, a IR do fator informação do método de conservação diminuiu acentuadamente para 5,5 %, revelando que a informação do método de conservação (irradiação ou ionização) apresentou pouca influência na intenção de compra dos consumidores deste grupo. A expressão “alimento tratado por processo de irradiação” passou a contribuir, mesmo que com baixa influência, positivamente na intenção de compra dos consumidores, juntamente com a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura. Portanto, estes consumidores comprariam, preferencialmente, a embalagem correspondente ao tratamento 6.

Diferentemente do grupo 1, o grupo 2 foi composto por oito consumidores (5,6 %) bastante influenciados pela informação do método de



conservação, uma vez que este fator possuiu uma IR de 95,3 %, expressivamente maior quando comparada às dos outros fatores em estudo. A informação “alimento tratado por processo de irradiação” contribuiu negativamente na intenção de compra dos consumidores. Dessa maneira, para estes consumidores, é primordial que a embalagem apresente o dizer “ionização” em vez de “irradiação” e, com menor importância, a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a ausência do símbolo radura (correspondente ao tratamento 7).

Analisando as respostas dos oito consumidores do grupo 2 no questionário sociodemográfico e comportamental, pôde-se verificar que 62,5 % deles afirmaram não saber o que é irradiação de alimentos e nenhum deles compraria um alimento que apresentasse no rótulo os dizeres: “Alimento tratado por processo de irradiação”, o que pode justificar o comportamento destes consumidores na análise das embalagens da ANCF.

Nas sessões de grupo de foco do Capítulo III desta dissertação foi verificado que a informação adicional “para retardar a deterioração” foi a preferida pela maioria dos participantes, seguida de “para eliminar micro-organismos nocivos” e “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo”. Entretanto, alguns participantes afirmaram que as duas informações adicionais preferidas apresentam palavras complexas, que a população poderia não entender, e sugeriram a informação adicional “para aumentar a conservação” como sendo de mais fácil entendimento. Esta informação adicional foi acatada no estudo da ANCF e ANCFE em substituição às duas informações adicionais preferidas no grupo de foco. Contudo, comparando os resultados das três formas de segmentação estudadas na ANCF, pode-se observar que a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” foi o único nível de um fator que apresentou impacto positivo na intenção de compra dos consumidores de todos os grupos de todas as segmentações estudadas. Isto demonstra que tal informação realmente apresenta impacto positivo na avaliação dos consumidores, ao contrário da informação “para aumentar a conservação”.

A presença do símbolo na embalagem foi vista como uma característica positiva por todos os grupos de maior número de consumidores

das três formas de segmentação em estudo. Apresentou impacto negativo, entretanto, com importância relativa pouco determinante na avaliação dos consumidores, apenas na intenção de compra de oito consumidores constituintes do grupo 2, da segmentação em três grupos.

A informação do método de conservação “alimento tratado por processo de ionização” apresentou impacto positivo nas segmentações em um grupo e em dois grupos. Entretanto, na segmentação em três grupos foi possível verificar que tal nível apresenta influência positiva, de alta importância relativa, em apenas um grupo de oito consumidores; para os demais consumidores, a informação do método de conservação apresenta pequena importância relativa.

Com base nos resultados da ANCF agregada das três formas de segmentação estudadas, foi escolhida a segmentação em três grupos como a mais adequada para demonstrar o comportamento dos consumidores diante dos níveis dos fatores avaliados. Isto porque tal forma de segmentação possibilitou visualizar a formação de dois grupos, um grupo composto por um número maior de consumidores (93,8 %), em que a informação do método de conservação apresentou baixa importância relativa, e outro grupo, composto por oito consumidores, no qual a informação do método de conservação é extremamente influente na avaliação dos seus consumidores, sendo a presença da informação do método de conservação “alimento tratado por processo de ionização” primordial para uma maior intenção de compra da embalagem.

### 3.3. ANÁLISE CONJUNTA DE FATORES BASEADA EM ESCOLHAS (ANCFE)

Inicialmente, calcularam-se os valores “ $-2 \log (L)$ ” para os modelos completo e reduzidos, em que  $L$  é a função de verossimilhança, ou a probabilidade da amostra obtida segundo o modelo adotado, com as respectivas estimativas dos parâmetros  $\beta$ . A função de verossimilhança ( $L$ ) foi calculada para o modelo completo, em que todos os fatores (informação do método de conservação, informação adicional e símbolo radura) são incluídos na equação (três valores de  $\beta$  são estimados), e para o modelo reduzido, em

que um dos fatores é excluído da análise. Para os modelos reduzidos, calcularam-se três valores para “-2 log (L)”, um para cada vez que se reduzia um fator na análise (informação do método de conservação, informação adicional ou símbolo radura). Dessa forma, a significância de cada fator para a qualidade do ajuste do modelo pôde ser avaliada pelo teste da razão de verossimilhança (*likelihood ratio*) de cada modelo reduzido pelo modelo completo (DELLA LUCIA, 2008). O resumo dos testes da razão de verossimilhança considerando-se o modelo completo e os três modelos reduzidos é demonstrado na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Resumo dos resultados dos testes da razão de verossimilhança para os modelos completo e reduzidos

Tipo de modelo	Valor "-2log (L)"	Valor qui-quadrado
Completo	485,470	113,41*
Reduzido		
Sem o fator informação do método de conservação	486,165	0,69 <sup>ns</sup>
Sem o fator informação adicional	540,428	54,96*
Sem o fator símbolo radura	543,226	57,76*

\* significativo pelo teste da razão de verossimilhança ( $p < 0,001$ ); <sup>ns</sup> não significativo pelo teste da razão de verossimilhança ( $p > 0,001$ ).

Foi observado que os fatores informação adicional e símbolo radura apresentaram efeito significativo sobre as escolhas de acordo com o modelo utilizado ( $p < 0,001$ ). O fator informação do método de conservação não apresentou influência significativa na avaliação dos consumidores ( $p > 0,001$ ).

Os coeficientes estimados ( $\hat{\beta}$ ) e o valor *Hazard Ratio* podem ser visualizados na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Resumo da análise de estimação dos coeficientes do modelo por máxima verossimilhança

Variável	Estimativa do coeficiente $\hat{\beta}$	Valor <i>Hazard Ratio</i>
Informação do método de conservação	-0,13911 <sup>ns</sup>	0,870
Informação adicional	-1,37761*	0,252
Símbolo radura	-1,42135*	0,241

\* significativo pelo teste de qui-quadrado ( $p < 0,001$ ); <sup>ns</sup> não significativo pelo teste de qui-quadrado ( $p > 0,001$ ).

O valor *Hazard Ratio* é uma razão entre probabilidades estimadas e seus resultados são analisados da seguinte forma:

I. Para o fator informação do método de conservação:

$$\frac{\text{Probabilidade do nível "alimento tratado por processo de irradiação"}}{\text{Probabilidade do nível "alimento tratado por processo de ionização"}} = 0,87$$

Isto quer dizer que a probabilidade de se escolher a embalagem com o nível "alimento tratado por processo de ionização" foi 1,15 vezes maior do que a probabilidade de se escolher uma embalagem com o nível "alimento tratado por processo de irradiação". É possível observar que o valor foi bem próximo a 1, demonstrando que a influência de tal fator é baixa, não podendo ser considerado significativo, conforme comprovado pelo teste da razão de verossimilhança ( $p > 0,001$ ) (Tabela 4.9).

II. Para o fator informação adicional:

$$\frac{\text{Probabilidade do nível "para aumentar a conservação"}}{\text{Probabilidade do nível "para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo"}} = 0,252$$

Isto quer dizer que a probabilidade de se escolher uma embalagem com o nível "para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo" foi 3,97 vezes maior que a probabilidade de se escolher uma embalagem com o nível "para aumentar a conservação".

III. Para o fator símbolo radura:

$$\frac{\text{Probabilidade do nível "ausência do símbolo"}}{\text{Probabilidade do nível "presença do símbolo"}} = 0,241$$

Isto quer dizer que a probabilidade de os consumidores escolherem uma embalagem com a presença do símbolo radura foi 4,15 vezes maior que a probabilidade de eles escolherem uma embalagem sem o símbolo.

Portanto, a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura contribuíram mais na escolha dos consumidores. Já a informação do método de conservação não apresentou efeito na avaliação dos consumidores.

Por meio da equação 4.4 (pág. 149) calcularam-se as probabilidades de escolha para cada tratamento, demonstradas na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Probabilidades observadas e estimadas pela ANCFE para os tratamentos em estudo

Tratamento	Probabilidade observada	Probabilidade estimada pela ANCFE
1	0,0625	0,0182
2	0,0694	0,0755
3	0,0139	0,0209
4	0,0556	0,0868
5	0,0556	0,0723
6	0,2778	0,2993
7	0,0625	0,0830
8	0,4028	0,3440

A fim de melhor ilustrar a proximidade entre os valores das probabilidades de escolha estimadas pela ANCFE e os valores das probabilidades observadas de cada tratamento em estudo, foi plotado o gráfico de distribuição demonstrado na Figura 4.7. A proximidade entre os valores de probabilidades observadas e estimadas permitiu, também, inferir sobre a qualidade do modelo ajustado para os dados.

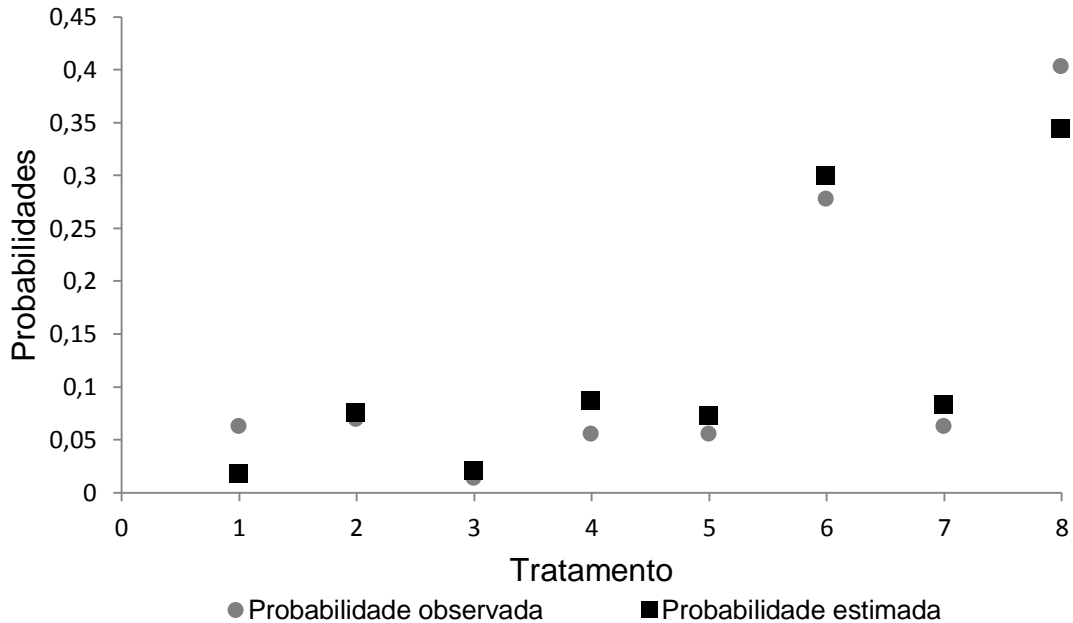


Figura 4.7 – Distribuição das probabilidades observadas e estimadas pela ANCFE para os tratamentos em estudo.

Com os resultados obtidos pela ANCFE, pôde-se verificar que o tratamento 8, com as informações “alimento tratado por processo de ionização”, “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura foi o que apresentou maior probabilidade estimada pelos consumidores ( $p = 0,3440$ ), seguido pelo tratamento 6 ( $p = 0,2993$ ). Os dois tratamentos tiveram probabilidades estimadas com valores bem próximos e diferem apenas quanto ao fator informação do método de conservação: o tratamento 8 possui o nível “alimento tratado por processo de ionização”, enquanto o tratamento 6 possui o nível “alimento tratado por processo de irradiação”.

Os tratamentos 1 e 3 foram os que apresentaram menores valores de probabilidade estimada. O tratamento 1 continha a informação do método de conservação “alimento tratado por processo de irradiação” e o tratamento 3 a informação “alimento tratado por processo de ionização”; no entanto, os dois tratamentos possuíam a mesma informação adicional “para aumentar a conservação” e a ausência do símbolo radura. Tais resultados evidenciam, novamente, a importância da embalagem de morango irradiado conter a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a

presença do símbolo radura para que se tenha uma maior probabilidade de escolha pelo consumidor, além de demonstrar a pequena influência que a informação do método de conservação possui na escolha do consumidor por este produto.

#### 3.4. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS POR MEIO DA ANCF E DA ANCFE

Por meio da ANCF, puderam-se calcular os valores de CP's de cada nível de cada fator para cada consumidor e para grupos de consumidores com perfis semelhantes, além das IR's dos fatores dos grupos de consumidores. Dessa forma, foi possível estudar a intenção de compra das embalagens, a importância dos fatores para cada grupo e a influência causada (positiva ou negativa) pelos níveis dos fatores na intenção de compra do consumidor e grupo de consumidores. Já a ANCFE permitiu determinar as probabilidades de escolha de cada embalagem, além da probabilidade de uma embalagem contendo um nível de cada um dos fatores ser escolhida em relação ao outro nível. Portanto, uma análise complementa a outra (DELLA LUCIA, 2008).

Os resultados da ANCF e da ANCFE foram condizentes para todos os fatores em estudo. Quanto aos fatores informação adicional e símbolo radura, foi demonstrado, por meio das duas metodologias, que a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura contribuíram positivamente para uma maior intenção de compra e para uma maior probabilidade de escolha da embalagem.

Alguns estudos também têm documentado a importância da presença do símbolo radura e de informações adicionais nos rótulos de alimentos irradiados. Em seu estudo com 218 pessoas em Belo Horizonte - MG, Ornellas et al. (2006) verificaram que o rótulo com o símbolo radura e com informações adicionais foi indicado como importante para 81 % dos consumidores. Nos Estados Unidos, onde é obrigatória, por legislação, a presença do símbolo radura no rótulo dos alimentos irradiados, o símbolo também é considerado atraente e agradável, e provocou uma reação muito positiva entre quase todos

os consumidores participantes de um estudo realizado pela Axiom Research Company (IFIC, 1998).

Conforme comentado na discussão dos resultados das sessões de grupo de foco do Capítulo III desta dissertação, devido à grande variabilidade de informações adicionais que podem ser utilizadas nos rótulos de alimentos irradiados, as pesquisas que têm investigado a preferência dos consumidores por tais informações têm obtido resultados diversos. As informações “para eliminar micro-organismos nocivos” e “para retardar a deterioração” parecem ser consenso, entre a maioria dos consumidores em algumas pesquisas, como as preferidas (SCHUTZ et al., 1989; IFIC, 1998). Entretanto, o presente estudo demonstrou que a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” influencia positivamente a intenção de compra e a probabilidade de escolha da embalagem de morango irradiado pelo consumidor.

Comparando os resultados das duas metodologias pôde-se constatar que o fator informação do método de conservação não apresenta influência significativa na avaliação da maioria dos consumidores participantes do estudo. Entretanto, a ANCF demonstrou que, para uma parcela dos consumidores (n = 8), tal fator apresenta expressiva importância relativa e a presença da informação “alimento tratado por processo de ionização”, na embalagem de morango irradiado, é primordial para que ocorra maior intenção de compra pelo produto.

Resultados de estudos têm sugerido que parte da população, que não apresenta conhecimentos sobre o processo de irradiação de alimentos, já possui um conceito negativo pré-formado para o termo “irradiação”, que muitas vezes é relacionado à radioatividade, radiação solar, acidente nuclear, câncer, entre outros, resultando, conseqüentemente, em menor aceitação por alimentos irradiados (IFIC, 1998; ORNELLAS et al., 2006; BEHRENS et al., 2009). Os consumidores do grupo 2 da segmentação em três grupos da ANCF que apresentaram grande aversão pela informação “alimento tratado por processo de irradiação” podem fazer parte dessa parcela da população que apresenta um conceito negativo pré-formado para o termo “irradiação”, uma



vez que foi demonstrado que, dos oito consumidores constituintes do grupo, cinco afirmaram não saber o que é irradiação de alimentos.

A fim de evitar que ocorra rejeição de alimentos irradiados devido a interpretações errôneas da população leiga, pessoas têm defendido a utilização de termos alternativos como “pasteurização a frio” ou “ionização” (DeRUITER e DWYER, 2002). Entretanto, o presente estudo demonstrou que, para a maioria dos consumidores, o termo utilizado na informação do método de conservação não influencia a intenção de compra e a escolha de morango irradiado. A justificativa pode estar relacionada com o que foi observado nos comentários de alguns participantes das sessões de grupo de foco do Capítulo III desta dissertação; a maioria reconheceu que a utilização do termo “ionização” é menos impactante e causa menos receio do que o termo “irradiação”; entretanto, alguns participantes exigiram que o processamento real fosse informado ao consumidor, e afirmaram que o termo “ionização” pode ser relacionado a outras tecnologias empregadas em alimentos, sendo, portanto, enganoso. Esses dois pontos de vista podem gerar adeptos tanto ao termo “ionização” quanto ao termo “irradiação”, o que pode ter resultado a ausência de significância estatística ( $p > 0,001$ ), demonstrada na ANCFE, quando avaliado o resultado de todos os consumidores para o fator informação do método de conservação.

Foi verificado, pela ANCFE, que o fator informação do método de conservação não apresentou efeito significativo na escolha dos consumidores. Ainda, pela segmentação em três grupos da ANCF, para a maioria dos consumidores ( $n = 135$ ) o fator informação do método de conservação não apresenta importância relativa determinante na intenção de compra de morango irradiado (IR = 5,5 %). Contudo, foi demonstrado nesta segmentação que, para uma parcela dos consumidores ( $n = 8$ ), o fator informação do método de conservação é o único fator em estudo extremamente influente na intenção de compra do morango irradiado (IR = 95,3 %), sendo a presença da informação “alimento tratado por processo de ionização”, na embalagem, primordial para uma maior intenção de compra desses consumidores. Além disso, foi verificado, pela ANCFE, que a embalagem com maior probabilidade de escolha (tratamento 8) possui a informação “alimento tratado por processo

de ionização”. Portanto, segundo os resultados da ANCF e ANCFE, a embalagem de morango irradiado ideal para os consumidores apresenta as informações “alimento tratado por processo de ionização”, “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura.

Vale lembrar que a legislação brasileira determina que alimentos irradiados por inteiro apresentem o termo “alimento tratado por processo de irradiação” na parte frontal do rótulo (BRASIL, 2001). O presente estudo investigou, também, termos alternativos devido à proposta de alguns autores em utilizar tais termos a fim de diminuir a rejeição de alimentos irradiados por pessoas leigas, que possuem conceitos negativos pré-formados para o termo “irradiação”.

#### **4. CONCLUSÃO**

Os resultados da ANCF e ANCFE demonstraram que a embalagem de morango irradiado que possuiu maior intenção de compra e maior probabilidade de escolha pelos consumidores possui a informação adicional “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura (símbolo de alimento irradiado).

O fator informação do método de conservação não apresentou impacto para a maioria dos consumidores participantes do estudo na ANCF e, de acordo com os resultados da ANCFE, não apresentou efeito significativo sobre as escolhas das embalagens. Entretanto, verificou-se que este fator apresenta grande influência na avaliação de oito consumidores, sendo, para eles, primordial que a embalagem de morango irradiado contenha a informação “alimento tratado por processo de ionização”, em vez de “alimento tratado por processo de irradiação”, para que ocorra uma maior intenção de compra do produto. Destes oito consumidores, cinco afirmaram não saber o que é irradiação de alimentos. Além disso, a embalagem de maior probabilidade de escolha na ANCFE possuía a informação “alimento tratado por processo de ionização”. Isto evidencia a existência de uma rejeição pelo termo “irradiação” por uma parcela da população, muitas vezes relacionada à falta de conhecimento desses consumidores acerca do processo de irradiação.

Portanto, de acordo com os resultados da ANCF e da ANCFE, a embalagem ideal para morango irradiado possui as informações “alimento tratado por processo de ionização”, “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura. Vale lembrar que a legislação brasileira determina que o termo “irradiação” esteja presente na parte frontal da embalagem de produtos irradiados; contudo, foi demonstrado no presente estudo que uma parcela da população possui grande rejeição por este termo, preferindo o termo “ionização”.

Tais resultados auxiliam no maior entendimento dos pensamentos e comportamentos dos consumidores sobre alimentos irradiados e fornecem informações que auxiliarão na confecção de embalagens de morango irradiado, fornecendo informações importantes para a determinação dos fatores primordiais para que ocorra maior intenção de compra e escolha do produto. Dessa forma, as informações auxiliam na adoção de estratégias que visam diminuir o receio da população por alimentos irradiados e aumentar a aceitação por tais produtos, contribuindo para uma maior utilização da irradiação em alimentos e, conseqüentemente, na oferta de alimentos com maior vida de prateleira e microbiologicamente mais seguros.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHRENS, J. H.; BARCELLOS, M. N.; FREWER, L. J.; NUNES, T. P.; LANDGRAF, M. Brazilian consumer views on food irradiation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 383-389, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm)>. Acesso em: 12 set. 2011.

CARNEIRO, J. D. S.; SILVA, C. H. O.; MINIM, V. P. R. Análise conjunta de fatores. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 7, p. 168-213, 2010.

CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA. Food irradiation survey. **Angus Reid Public Opinion**, 2012.

DELLA LUCIA, S. M. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolha do consumidor**. 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de

Alimentos) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A.; SILVA, R. C. S. N. Análise conjunta de fatores baseada em escolhas no estudo da embalagem de iogurte light sabor morango. **Brazil Journal Food Technology**, 6º SENSIBER, p. 11-18, 2010.

DeRUITER, F. E.; DWYER, J. Consumer acceptance of irradiated foods: dawn of a new era? **Food Service Technology**, v. 2, n. 2, p. 47-58, 2002.

EUSTICE, R. F.; BRUHN, C. M. Consumer acceptance and marketing of irradiated foods. In: FAN X.; SOMMERS, C. H. (Eds.). **Food irradiation research and technology**. 2ª ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists, cap. 10, p. 173-195, 2013.

GREEN, P. E.; SRINIVASAN, V. Conjoint analysis in consumer research: issues and outlook. **Journal of Consumer Research**. v. 5, p. 103-123, 1978.

GUNES, G.; TEKIN, M. D. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: results of a survey conducted on Turkish consumers. **LWT**, v. 39, n. 4, p. 443-447, 2006.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Conjoint Analysis. In: HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis with readings**. 4ª ed. Englewood Cliss/New Jersey: Prentice Hall, p. 556-615, 1995.

INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL (IFIC). **Consumer attitudes toward food irradiation**. 1998. Disponível em: <[http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Consumer\\_Atitudes\\_Toward\\_Food\\_Irradiation\\_](http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Consumer_Atitudes_Toward_Food_Irradiation_)>. Acesso em: 05 mai. 2013.

JUNQUEIRA-GONÇALVES, M. P.; GALOTTO, M. J.; VALENZUELA, X.; DINTEN, C. M.; AGUIRRE, P.; MILTZ, J. Perception and view of consumers on food irradiation and the radura symbol. **Radiation Physics & Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 119-122, 2011.

MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, Hoboken, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

McFADDEN, D. **Conditional logit analysis of qualitative choice behavior**. p. 105-142 in *Frontiers in Econometrics*, ed. by P. Zarembka. New York: Academic Press, 1974.

MOREHOUSE K. M.; KOMOLPRASERT, V. Irradiation of food and packaging: An overview. In: KOMOLPRASERT, V.; MOREHOUSE, K. M. **Irradiation of food and packaging**. Recent Developments. Washington (DC): American Chemical Society, cap. 1, p. 1-11, 2004.

ORNELLAS, C. B. D.; GONÇALVES, M. P. J.; SILVA, P. R.; MARTINS, R. T. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.

SCHUTZ, H. G.; BRUHN, C. M.; DIAZ-KNAUF, K. V. Consumer attitudes towards irradiated foods: Effects of labeling and benefits information. **Food Technology**, v. 43, n. 10, p. 80-86, 1989.

VITAL, H. C.; HERNANDES, N. K.; SANTOS, A. A conservação de alimentos por irradiação. **Revista CTEEx P & D**. Centro Tecnológico do Exército, Rio de Janeiro - RJ. Ano II, n. 2, p. 45-50, 2008.

## **CAPÍTULO V**

**PENSAMENTOS, COMPORTAMENTOS E PERFIL DOS CONSUMIDORES  
EM RELAÇÃO À IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS EM UMA CIDADE DE  
PEQUENO PORTE**

## **Pensamentos, comportamentos e perfil dos consumidores em relação à irradiação de alimentos em uma cidade de pequeno porte**

### **Resumo**

Estudos têm demonstrado que a rejeição por alimentos irradiados e pela tecnologia de irradiação tem limitado a utilização comercial deste método de conservação. A elucidação dos pensamentos e comportamentos dos consumidores é primordial no desenvolvimento de estratégias que visam ao aumento da aceitação destes produtos. Assim, objetivou-se realizar uma pesquisa de opinião, investigando a neofobia, os pensamentos, comportamentos e conhecimentos, relacionados à irradiação de alimentos, de consumidores moradores de uma cidade do sul do Estado do Espírito Santo, por meio da aplicação de questionário sociodemográfico e comportamental. Com a aplicação do questionário em 271 pessoas nos principais supermercados de Alegre – ES pôde-se verificar que os entrevistados possuem pequeno conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos; muitos associam alimentos irradiados à radioatividade e ao câncer. Os consumidores possuem baixa intenção de compra por alimentos irradiados e os principais motivos para não comprá-los é a crença de que fazem mal à saúde e por não saber o que é irradiação de alimentos. Além disso, foi verificado que pessoas com maior nível de conhecimento sobre irradiação de alimentos, jovens, solteiras, que não moram com crianças, com maior grau de instrução e maior renda familiar mensal estão mais propícias a comprar alimentos irradiados quando comparadas aos outros consumidores. Tais resultados apontam o perfil dos potenciais consumidores de alimentos irradiados, os motivos para não se comprar tais produtos e os pensamentos e comportamentos dos consumidores sobre irradiação de alimentos; estas informações são importantes para que indústrias que irradiam alimentos possam adotar estratégias que garantam maior aceitação de seus produtos.

Palavras-chave: pesquisa de mercado, pesquisa de opinião, irradiação de alimentos.

### *Abstract*

Studies have shown that rejection of irradiated food and irradiation technology has limited the commercial usage of this method of preservation. The elucidation of the thoughts and behaviors of consumers is essential to the development of strategies aiming at increasing the acceptance of these products. Thus, the objective of this work was to conduct a survey investigating the neophobia, thoughts, behaviors and knowledge related to food irradiation of consumers residing in a city in Espírito Santo State, through the application of socio-demographic and behavioral questionnaire. By applying the questionnaire in 271 people in the main supermarkets of Alegre - ES it could be verified that respondents have little knowledge about the process of food irradiation; many of them associate irradiated food to radioactivity and cancer. Consumers have low

purchase intent for irradiated food and the main reasons not to buy them is the belief that this type of food causes harm to health and because they do not know what is food irradiation. Furthermore, it was found that people with higher level of knowledge about food irradiation, young, single, with higher level of education and higher family income are more likely to buy irradiated food when compared to other consumers. These results show the profile of potential consumers of irradiated food, the reasons not to buy such products and the thoughts and behaviors of consumers about food irradiation; these informations are important so that irradiated food industries can adopt strategies that ensure greater acceptance of their products.

*Keywords:* market research, opinion research, food irradiation.

## **1. INTRODUÇÃO**

A irradiação de alimentos é um método de conservação eficaz na eliminação de micro-organismos dos alimentos e na desinfestação e diminuição da velocidade de maturação, brotamento e envelhecimento de frutas e hortaliças (FELLOWS, 2006); sua utilização já é permitida e regulamentada em diversos países (EUSTICE e BRUHN, 2013). No Brasil, sua utilização é permitida desde 1973 e, em 2001, a regulamentação foi revista e ampliada (BRASIL, 2001; BEHRENS et al., 2009). Apesar disso, a aplicação comercial da irradiação em alimentos ainda é limitada devido ao receio e à rejeição de parte da população (ORNELLAS et al., 2006). A falta de confiança nas indústrias de alimentos, o medo de possíveis riscos causados pela utilização da irradiação, a preocupação com a saúde e o meio ambiente, a neofobia (medo do que é novo), a pequena disponibilidade nos supermercados, o preço e, principalmente, a falta de conhecimento da população são os principais fatores responsáveis pela rejeição dos consumidores por alimentos irradiados (HENSON, 1995; ICGFI, 1999; DeRUITER e DWYER, 2002; BEHRENS et al., 2009; EUSTICE e BRUHN, 2013).

Ao longo dos anos, inúmeros estudos em diversos países têm documentado a rejeição de parte da população por alimentos irradiados (THOMAS, 1990; HENSON, 1995; GUNES e TEKIN, 2006; JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011; CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012; EUSTICE e BRUHN, 2013). Entretanto, pouco se sabe sobre os pensamentos



e comportamentos dos consumidores brasileiros em relação à irradiação de alimentos. Os poucos estudos realizados demonstraram que os brasileiros apresentam pequeno conhecimento sobre o processo de irradiação, o que gera dúvidas, receio e, conseqüentemente, rejeição por alimentos irradiados (ORNELLAS et al., 2006; BEHRENS et al., 2009). Contudo, a maioria dessas pesquisas foi realizada com moradores de capitais e grandes centros urbanos, sendo escassas pesquisas que visam investigar os pensamentos e comportamentos de moradores de cidades com pequeno número de habitantes, consideradas de pequeno porte. O fato de, em 2010, 64 milhões de brasileiros viverem em cidades com menos de 50 mil habitantes, representando 34 % da população brasileira (IBGE, 2010), e os pensamentos e comportamentos dos consumidores serem influenciados pelo contexto e pela sociedade aos quais eles se encontram vinculados (DELLA LUCIA et al., 2010), acentuam, ainda mais, a importância deste tipo de pesquisa.

Naturalmente, um pré-requisito fundamental para a aplicação comercial da irradiação de alimentos é a aceitação do consumidor pelo processo. É irreal investir em grandes instalações de irradiação de alimentos sem ter a certeza de que o produto terá aceitação no mercado (HENSON, 1995). A elucidação dos pensamentos e comportamentos dos consumidores é primordial no desenvolvimento de estratégias que visam ao aumento desta aceitação. Pesquisas de opinião por meio de aplicação de questionário sociodemográfico e comportamental são uma ferramenta eficaz na investigação de comportamentos e tendências dos diversos segmentos sociais. Assim, objetivou-se, neste estudo, realizar uma pesquisa de opinião, investigando a neofobia, os pensamentos, comportamentos e conhecimentos, relacionados à irradiação de alimentos, de consumidores moradores de uma cidade do sul do Estado do Espírito Santo, por meio da aplicação de questionário sociodemográfico e comportamental.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – ES, Brasil, sob o número 65403.

A pesquisa foi realizada na cidade de Alegre, cidade com 30.768 habitantes e localizada no sul do Estado do Espírito Santo (IBGE, 2013), por meio da aplicação de um questionário sociodemográfico e comportamental, durante os dias 01 de maio de 2013 a 03 de junho de 2013. Como a população de Alegre está entre 20.000 e 50.000 habitantes, o município é considerado de pequeno porte II (BRASIL, 2013).

A técnica de amostragem adotada foi aleatória e intencional, uma vez que o entrevistador selecionou aleatoriamente frequentadores de supermercados da cidade de Alegre – ES.

Para o cálculo do tamanho da amostra assumiu-se que a população e a amostra possuem distribuição normal de frequência. Como Alegre possui mais de 10.000 habitantes, foi considerada uma população infinita, utilizando-se, para o cálculo do tamanho da amostra, a equação 5.1 (GONÇALVES et al., 2010).

$$n = \frac{Z^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}}{E^2} \quad (5.1)$$

em que  $Z$  é o número de desvios padrão,  $\hat{p}$  é a proporção de favoráveis ao assunto pesquisado,  $\hat{q}$  é a proporção de desfavoráveis ao assunto pesquisado,  $E$  é o erro amostral e  $n$  é o tamanho da amostra a ser calculado (GONÇALVES et al., 2010).

Como não se conhecia o comportamento do mercado de alimentos irradiados, estimou-se uma variabilidade máxima de 50 %; portanto,  $\hat{p}$  e  $\hat{q}$  estimados foram iguais a 0,5, ou seja, 50 %. Considerando 6 % de erro amostral ( $E = 0,06$ ) e 95 % de confiança ( $Z = 1,96$ ), chegou-se ao tamanho da amostra de  $n = 267$ , sendo aplicado, portanto, o questionário a 271 entrevistados, um pouco mais do que o tamanho da amostra calculado.

O questionário foi elaborado com 19 perguntas fechadas (dos tipos dicotômicas, encadeadas e com ordem de preferência), uma aberta e uma semiaberta relevantes para a investigação dos pensamentos e comportamentos dos consumidores sobre alimentos irradiados, sendo relacionadas ao perfil sociodemográfico, ao nível de conhecimento, à neofobia, ao comportamento e ao hábito de consumo dos participantes (Tabela 5.1, Anexo 5). As perguntas presentes no questionário do presente estudo foram baseadas em estudos realizados por Batalha et al. (2004), Ornellas et al. (2006) e Behrens et al. (2009).

Tabela 5.1 – Resumo das perguntas presentes no questionário

Conteúdo das questões	
Questões em comum para todos os entrevistados	Sexo, idade, estado civil, grau de instrução, ocupação, renda. Você mora com crianças? Quem faz compra de supermercado para sua casa? Preocupação em relação a vários tipos de alimentos. Atitude em relação a novos alimentos. Conhecimento sobre irradiação e sobre irradiação de alimentos. Fatos associados à irradiação de alimentos. Você já consumiu algum alimento irradiado? Compraria alimentos irradiados? Preocupação em relação ao uso da irradiação em alimentos. Alimentos consumidos.
Questões específicas para quem já ouviu falar de irradiação de alimentos	Onde você ouviu falar sobre irradiação de alimentos? Conhecimento sobre o que é a irradiação de alimentos e sobre alguma aplicação da técnica.
Questão específica para entrevistados que estão em dúvida ou que comprariam alimentos irradiados	Pagaria mais por alimentos irradiados?
Questão específica para entrevistados que estão em dúvida ou que não comprariam alimentos irradiados	Por que não compraria alimentos irradiados?

Após a elaboração do questionário, este foi testado em 30 participantes (um pouco mais de 10 % da população amostral), a fim de verificar se os objetivos da pesquisa eram alcançados com as questões elaboradas, se o vocabulário das perguntas estava adequado para os entrevistados e se as perguntas possuíam tendenciosidade ou ambiguidade (GONÇALVES et al., 2010). Após validado no teste, o questionário foi respondido por 271

entrevistados, maiores de 18 anos, nos três principais supermercados da cidade de Alegre, com autorização prévia dos donos dos supermercados e dos participantes para realização da pesquisa.

O método de coleta de dados foi baseado em entrevistas pessoais. Os entrevistados foram abordados dentro dos supermercados e foi informado a eles o procedimento da pesquisa. Não foram fornecidas informações prévias sobre o assunto e foi explicado, aos participantes, que não existiam respostas corretas ou erradas para as perguntas. Para as perguntas com mais de três opções de respostas, a fim de evitar tendenciosidade nos resultados, utilizaram-se cartões circulares contendo todas as opções de respostas para que o entrevistado apontasse sua opção.

Após a aplicação do questionário foi fornecido aos participantes do estudo um texto informativo sobre o processo de irradiação de alimentos, igual ao utilizado na terceira sessão de testes de aceitação do Capítulo II desta dissertação, visando apenas à transmissão de conhecimentos sobre o processo de irradiação de alimentos (Figura 5.1).

<b>IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS</b>	
<p><b>O que é?</b> É uma técnica de conservação de alimentos, já regulamentada e utilizada em diversos países, que consiste em submeter os alimentos a uma quantidade controlada de radiação ionizante, emitida por uma fonte radioativa, por um tempo predeterminado e sob condições controladas. No Brasil, sua utilização é regulamentada e permitida pela ANVISA.</p> <p><b>A sua utilização é segura?</b> Sim. Durante o processo o alimento entra em contato apenas com a radiação emitida pela fonte, não entrando em contato, momento algum, com a fonte radioativa. Dessa forma, os alimentos irradiados não se tornam radioativos, podendo ser consumidos com segurança.</p>	<p><b>Porque irradiar os alimentos?</b> A irradiação é uma técnica eficiente de conservação, porque, além de retardar o amadurecimento, brotamento e envelhecimento de frutas e hortaliças, ela elimina os microrganismos deteriorantes e patogênicos presentes nos alimentos, prolongando a vida de prateleira dos produtos e os tornando microbiologicamente mais seguros. Sendo assim, com o uso de irradiação, é possível diminuir a ocorrência de surtos de doenças de origem alimentar.</p> <p><b>A irradiação causa alterações no alimento?</b> Assim como qualquer técnica de conservação de alimentos, a irradiação causa alterações nutricionais e sensoriais. Entretanto, quando doses de irradiação controladas são administradas, as alterações são mínimas.</p>
<p><b>Fonte:</b> Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN).</p>	

Figura 5.1 – Texto explicativo fornecido aos participantes do estudo após a aplicação do questionário (Fonte: CNEN/CDTN, 2013).

Os dados foram tabulados e analisados utilizando o programa Microsoft Excel® versão 2007 e apresentados em forma de tabelas e de gráficos de distribuição de frequência. O mesmo programa foi utilizado para realizar a tabulação cruzada dos dados, a fim de verificar a influência de fatores sociodemográficos no comportamento e pensamentos dos consumidores.

### **3. RESULTADOS E DICUSSÃO**

Na Figura 5.2 está demonstrado o perfil sociodemográfico dos participantes do estudo. Pode-se verificar que os números de homens e de mulheres foram bem parecidos, que a maioria dos participantes possuía faixa etária entre 20 e 29 anos (42,8 %), estava em uma união estável (44,3 %), não morava com crianças (69 %), possuía segundo grau completo (24 %), era estudante (25,5 %), possuía renda familiar mensal maior que dois e até cinco salários mínimos (> R\$ 1.356,00 a R\$ 3.390,00) (34,3 %) e fazia as compras de supermercado para sua casa (73,1 %).

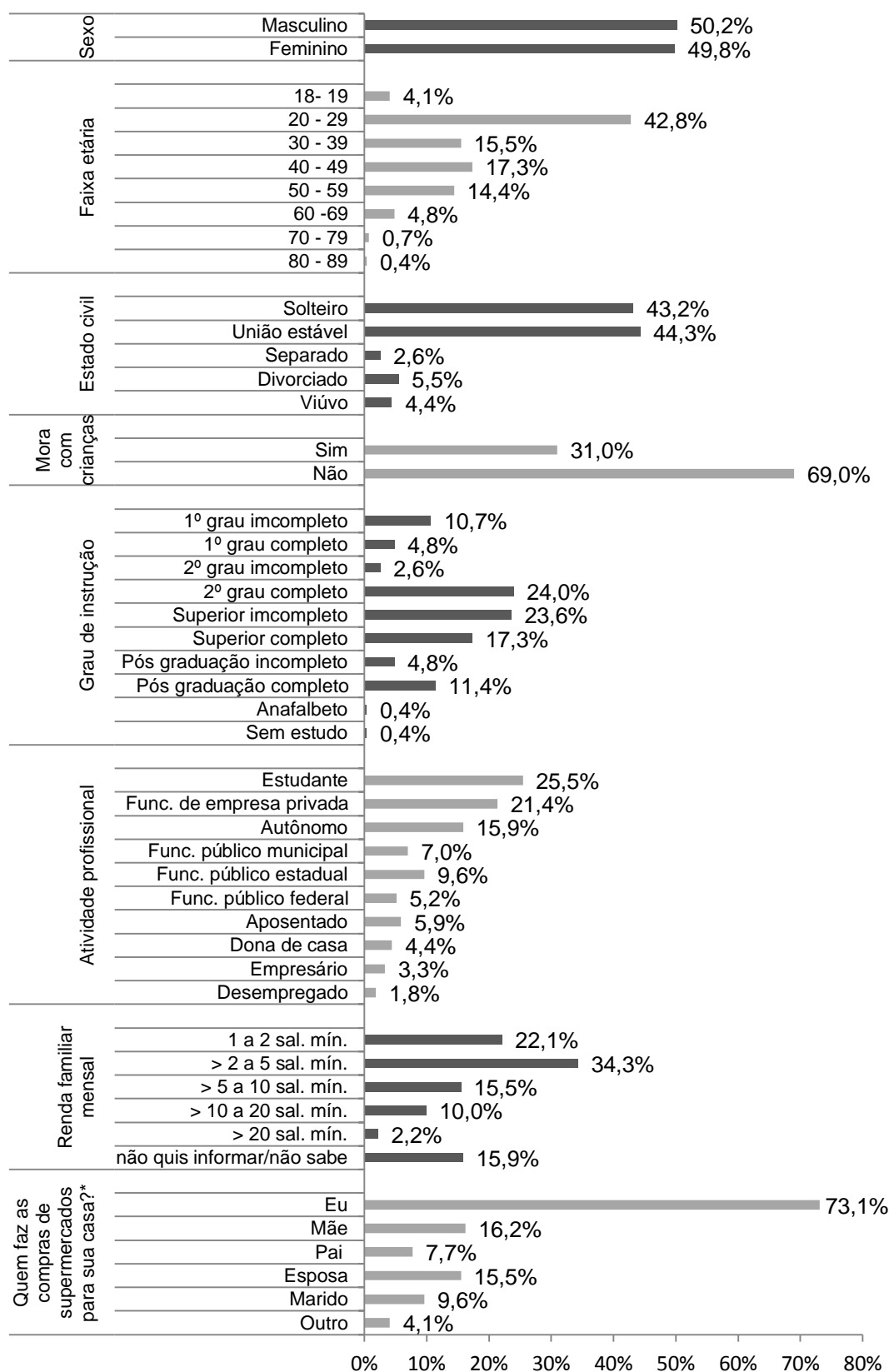


Figura 5.2 – Perfil sociodemográfico dos participantes. \*somatório das porcentagens maior que 100 % porque foi permitido que os participantes respondessem mais de uma alternativa.

A fim de investigar a preocupação dos participantes quanto ao consumo de alimentos, foi solicitado que eles enumerassem os alimentos que lhes causam maior preocupação, sendo atribuído o valor 1 ao mais preocupante e o valor 7 ao menos preocupante (ou 8, caso tenha sido informado um alimento que não estava contido na lista). Dessa forma, os alimentos de maior preocupação possuíram menor somatório dos valores. Foi verificado que, das sete opções citadas, alimentos irradiados foram o quinto tipo de alimento de maior preocupação. Alimentos com agrotóxico, alimentos contaminados por produtos químicos, alimentos contaminados por micro-organismos e alimentos com aditivos químicos geram maior preocupação aos consumidores do que alimentos irradiados; entretanto, alimentos transgênicos e alimentos orgânicos causaram menor preocupação do que alimentos irradiados (Figura 5.3).

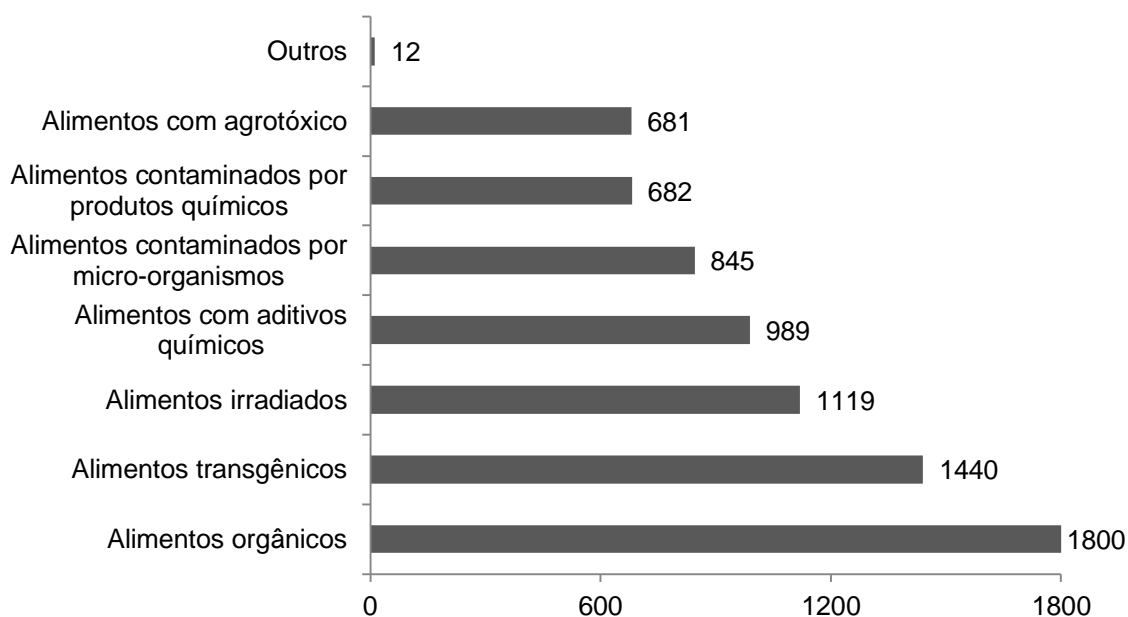


Figura 5.3 – Alimentos que causam maior preocupação para os consumidores.

Os resultados encontrados na literatura relacionados às preocupações dos consumidores quanto ao processamento de alimentos variam de acordo com o país e o ano da pesquisa. Em um estudo realizado no estado da Geórgia – EUA foi verificado que a preocupação de 446 consumidores com pesticidas, resíduos de remédios em carnes, hormônios de crescimento, aditivos

alimentares e as bactérias foi significativamente maior do que a preocupação com a irradiação de alimentos (RESURRECCION et al., 1995).

No início da década de 1990, em uma pesquisa realizada pela Gallup Organization (GALLUP ORGANIZATION, 1993) foi verificado que a irradiação de alimentos estava entre as tecnologias de conservação de alimentos que mais preocupavam os consumidores, juntamente com tratamentos químicos como cloração e conservantes de alimentos. Já em 2002, consumidores dos Estados Unidos foram entrevistados a fim de verificar a sua preocupação quanto a antibióticos, pesticidas, hormônios artificiais de crescimento, ingredientes geneticamente modificados, irradiação, corantes e sabores artificiais, pasteurização e conservantes. A irradiação ficou em quinto lugar, gerando menor preocupação aos consumidores do que pesticidas, hormônios artificiais de crescimento, antibióticos e ingredientes geneticamente modificados (HWANG et al., 2005).

Em outro estudo, consumidores dos Estados Unidos preferiram frutas irradiadas a frutas conservadas usando fumegantes químicos (SCHUTZ et al., 1989). Os coreanos também demonstraram preferência por alimentos irradiados aos tratados por produtos químicos (BRUHN, 1999). Já no Reino Unido, a maioria dos entrevistados preferiu alimentos conservados com aditivos químicos a alimentos conservados por irradiação (HENSON, 1995).

Um dado interessante obtido no presente estudo foi que alimentos transgênicos são vistos com menor preocupação pelos participantes do que alimentos irradiados. Uma justificativa pode ser a grande divulgação de informações, fornecidas pelo governo brasileiro e pela mídia sobre alimentos transgênicos, o que ocorreu no Brasil há alguns anos, possibilitando um maior conhecimento da população e menor receio quanto a esses alimentos. A mesma iniciativa de conscientização por parte do governo ou por parte da mídia ainda não ocorreu, no Brasil, para alimentos irradiados, fazendo com que o nível de conhecimento da população sobre irradiação de alimentos seja, ainda, muito baixo e acarretando em maior preocupação e rejeição por alimentos irradiados.

Ao perguntar a atitude dos participantes diante de um novo alimento (alimento que nunca viu) no supermercado, objetivou-se obter um indicativo do



nível de neofobia dos participantes (BATALHA et al., 2004). Verificou-se que 43,9 % dos participantes provariam novos produtos, sendo menos neofóbicos do que os outros 56,1 % que afirmaram que não provariam ou que esperariam que outros provassem para então prová-los (Figura 5.4).

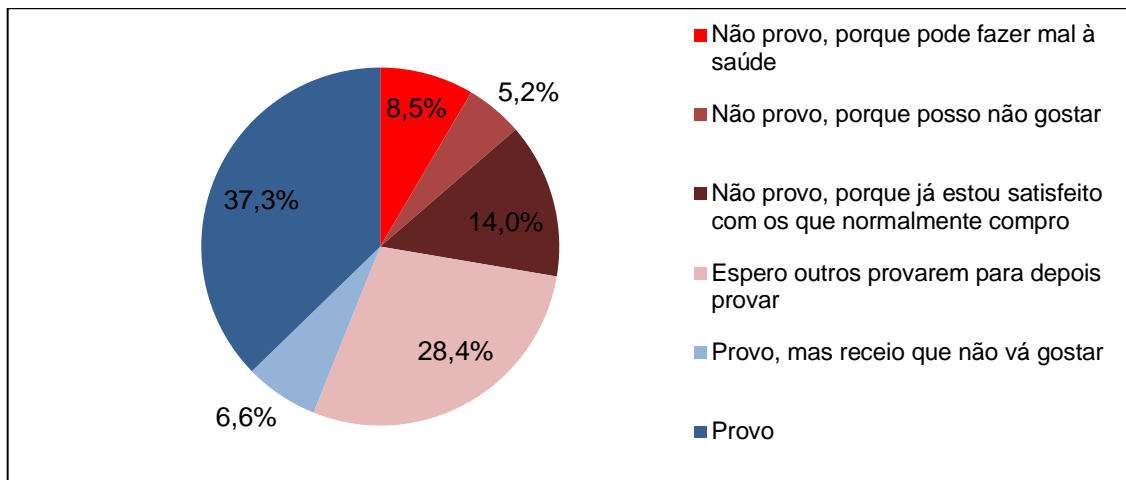


Figura 5.4 – Atitude dos participantes diante de novos produtos (neofobia).

Uma parcela da população pode rejeitar alimentos irradiados pelo fato de rejeitarem tudo o que é novo. O medo do novo, conhecido como neofobia (BENTON, 2004), é bem documentado na literatura, incluindo o medo por novas tecnologias alimentares (COX e EVANS, 2008; MATIN et al., 2012).

Na Tabela 5.2, encontram-se os resultados de algumas perguntas existentes no questionário. Foi verificado que os participantes apresentam um nível de conhecimento muito baixo sobre irradiação de alimentos; cerca da metade dos participantes afirmou não saber o que é irradiação, 57,6 % nunca ouviram falar sobre irradiação de alimentos, 54,8 % dos que já ouviram falar (23,2 % do total de participantes) afirmaram não saber o que é irradiação de alimentos e apenas 13,7 % dos participantes souberam informar uma aplicação correta da irradiação em alimentos. Conforme anteriormente comentado, este baixo nível de conhecimento pode ser justificado devido à falta de divulgação de informações pelo governo e pela mídia brasileira. As principais fontes de informação sobre irradiação de alimentos foi escola / faculdades (50,4 %), televisão (33,9 %) e internet (8,3 %), respectivamente (Figura 5.5).

Tabela 5.2 – Resultados de algumas perguntas presentes no questionário

Nº da pergunta no questionário	Pergunta / Resposta	Sim	Não sei	Não
11	Você sabe o que é irradiação?	52,0%	-	48,0%
12	Você já ouviu falar sobre irradiação de alimentos?	42,4%	-	57,6%
14 a	Você sabe o que é irradiação de alimentos? <sup>1</sup>	19,2%	-	23,2%
14 b	Informou uma aplicação correta <sup>1</sup>	13,7%	-	5,5%
16	Você já consumiu algum alimento irradiado?	12,2%	78,2%	9,6%
17	Você compraria alimentos irradiados?	19,6%	24,4%	56,0%
18	Você pagaria mais por alimentos irradiados? <sup>2</sup>	6,3%	21,8%	15,9%
20	Você está preocupado com a utilização da irradiação em alimentos?	60,5%	-	39,5%

<sup>1</sup> somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que responderam “sim” à pergunta número 12 responderam a pergunta 14; <sup>2</sup> somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que responderam “sim” ou “não sei” à pergunta 17 responderam a pergunta 18.

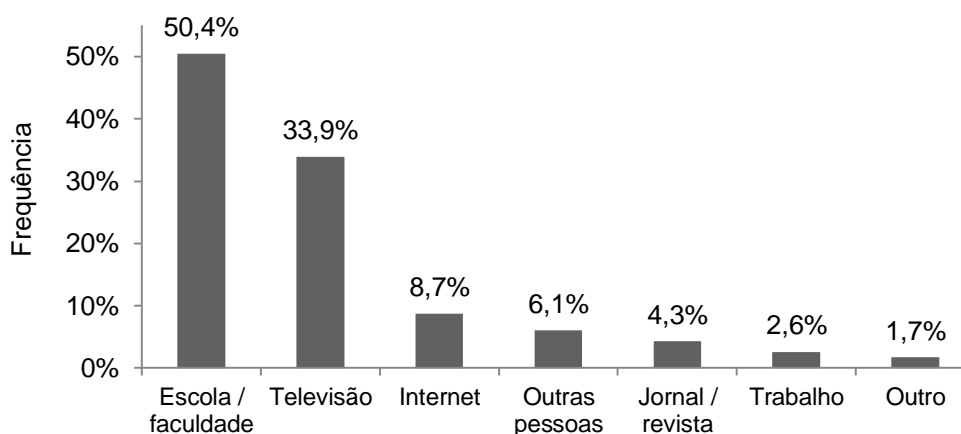


Figura 5.5 – Fontes de informação sobre irradiação de alimentos. Somatório da porcentagem maior que 100 % porque foi permitido informar mais de uma opção.

O baixo conhecimento da população de diversos países sobre irradiação de alimentos é bem documentado na literatura. Estudo recente realizado no Chile, com 497 participantes, demonstrou que 76,5 % não sabiam que a irradiação pode ser utilizada como um método de conservação de alimentos (JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011). Em um estudo com 1006 canadenses, 57 % afirmaram nunca ter ouvido falar sobre o processo de irradiação de alimentos (CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012). Ornellas et al. (2006) realizaram pesquisa de opinião sobre irradiação de alimentos com 218 entrevistados na cidade de Belo Horizonte – MG; foi

verificado que aproximadamente 60% dos entrevistados não sabiam que a irradiação é um método de conservação de alimentos e não souberam responder se consumiriam alimentos irradiados.

Foi perguntado aos participantes quais palavras ou acontecimentos eles associam a alimentos irradiados. A maioria dos participantes associa alimentos irradiados com radioatividade (52,8 %), em segundo lugar a câncer (48,7 %) e em terceiro a conservação de alimentos (31,4 %) (Figura 5.6).

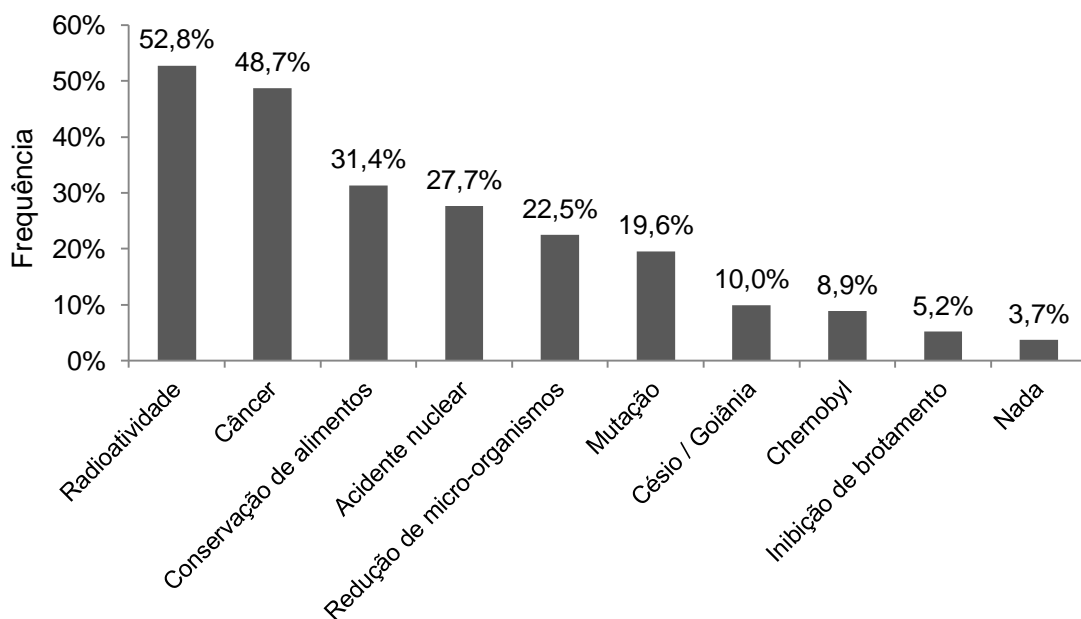


Figura 5.6 – Fatores associados pelos participantes a alimentos irradiados. Somatório da porcentagem maior que 100 % porque foi permitido informar mais de uma opção.

No estudo realizado com 497 participantes no Chile, foi verificado que 46 % expressaram sua convicção de que alimento irradiado significa o mesmo que alimento radioativo (JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011). Resurreccion et al. (1995) constataram que 33 % dos entrevistados, da cidade de Atlanta – EUA e arredores, associavam alimentos irradiados a alimentos radioativos.

Em estudo realizado por Ford e Rennie (1987) sobre a aceitação dos consumidores em relação à irradiação de alimentos no Reino Unido foi verificado que o principal fator responsável pela baixa intenção de compra dos

alimentos irradiados é a relação que os consumidores fazem da radiação com o câncer.

Oliveira e Sabato (2004) também observaram pessoas associando alimentos irradiados com Chernobyl e com Césio / Goiânia. Estes participantes também afirmaram que comprariam alimentos irradiados se soubessem maiores informações sobre o processo.

A maioria dos participantes afirmou que nunca consumiu ou não sabem se consumiram alimentos irradiados (87,8 %) e que nunca comprariam ou não sabem se comprariam tais alimentos (80,4 %) (Tabela 5.2). Apesar disso, por meio da pergunta sobre consumo de alimentos do questionário (Tabela 5.1, Anexo 5), pôde-se verificar que 98,5 % dos participantes consomem ou já consumiram ao menos um alimento contendo ingrediente irradiado (Figura 5.7). Além disso, todos os participantes afirmaram consumir vegetais que são irradiados comercialmente em países como Estados Unidos e China e podem passar a ser irradiados no Brasil (Figura 5.7).

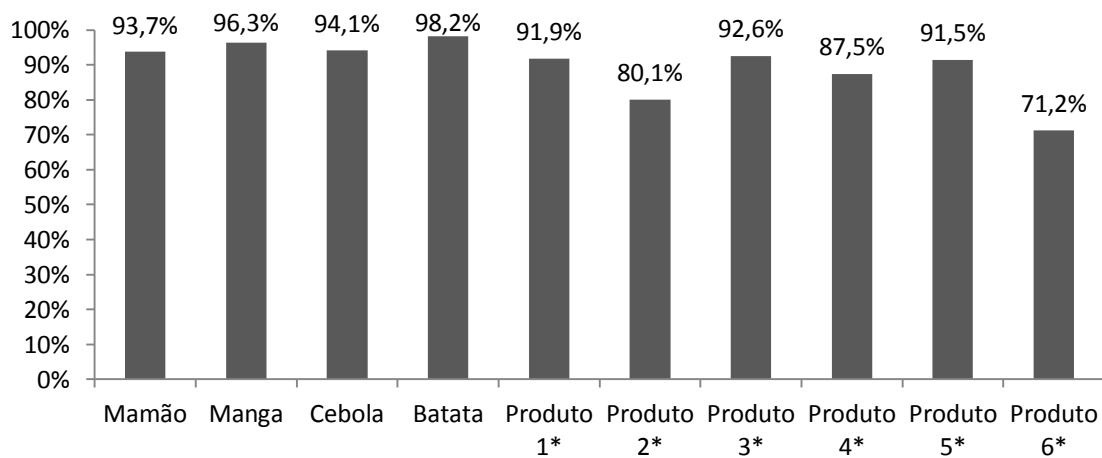


Figura 5.7 – Percentual de consumo dos alimentos citados no questionário. \*Alimentos comercializados no Brasil que contêm ingredientes irradiados em sua formulação e que apresentam o termo “alimento tratado por processo de irradiação” (ou termo similar) na lista de ingredientes do seu rótulo, entre parênteses, após o nome do ingrediente irradiado. Somatório da porcentagem maior que 100 % porque foi permitido informar mais de uma opção.

Dos 238 participantes que afirmaram que não sabem ou que nunca consumiram alimentos irradiados, 98,3 % consomem ou já consumiram ao menos um alimento com ingrediente irradiado. Dos 152 participantes que afirmaram que não comprariam alimentos irradiados, 98 % consomem ou já consumiram ao menos um alimento com ingrediente irradiado. O fato de tais alimentos possuírem no rótulo a informação de que certos ingredientes são irradiados demonstra que a maioria dos consumidores não possui o hábito de ler o rótulo dos alimentos que consome, principalmente a parte do rótulo referente aos ingredientes.

Apenas 19,6 % dos participantes afirmaram que comprariam alimentos irradiados (Tabela 5.2), intenção de compra muito baixa quando comparada à de estudos realizados em grandes centros urbanos no Brasil ou em outros países.

Em estudo realizado com 236 consumidores em São Paulo – SP foi demonstrado que a aceitação e a intenção de compra de agrião orgânico irradiado e não irradiado foram iguais, mesmo quando fornecida a informação do tratamento dado ao agrião ou um texto sobre o processo de irradiação. Demonstra-se, dessa forma, que o tratamento de irradiação não acarretou rejeição por parte dos consumidores (MARTINS et al., 2012).

Em outros países, a intenção de compra dos consumidores têm sido maior e têm aumentado ao longo dos anos. Johnson et al. (2004) verificaram que os consumidores estadunidenses estavam mais susceptíveis a comprar alimentos irradiados em 2003 do que o estavam em 1993 (69 % e 29 %, respectivamente).

A maioria dos participantes não estava propensa (15,9 %) ou não soube informar se pagaria mais por alimentos irradiados (21,8 %) e se mostrou preocupada com a utilização da irradiação para alimentos (60,5 %) (Tabela 5.2).

Consumidores turcos também se mostraram preocupados com a utilização da irradiação em alimentos; a maioria dos consumidores (80 %) estava incerta sobre a segurança dos alimentos irradiados e somente 11 % afirmaram que alimentos irradiados são seguros (GUNES e TEKIN, 2006).

Em 1989, uma pesquisa de opinião realizada no Reino Unido revelou que 70 % dos consumidores não desejavam comprar produtos irradiados e 20 % não estavam seguros (CGEE, 2010).

Os motivos que os consumidores deram para não comprar alimentos irradiados estão demonstrados na Figura 5.8.

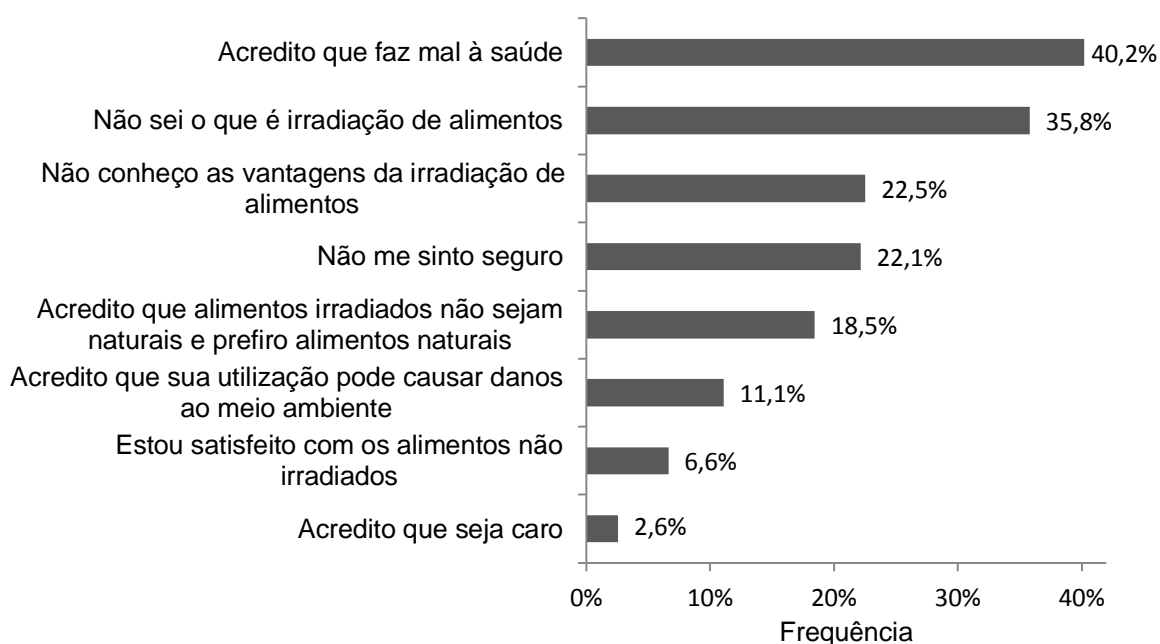
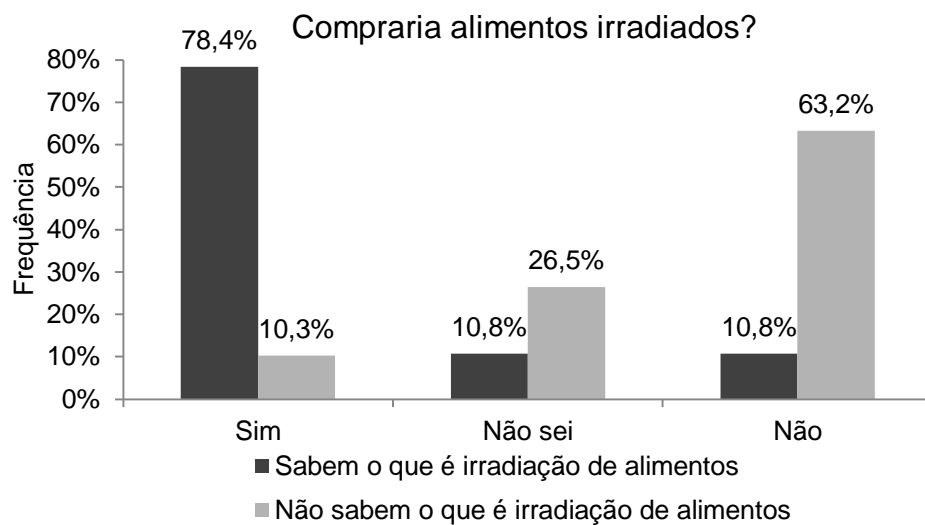


Figura 5.8 – Motivos para não comprar alimentos irradiados. Somatório da porcentagem maior que 100 % porque foi permitido informar mais de uma opção.

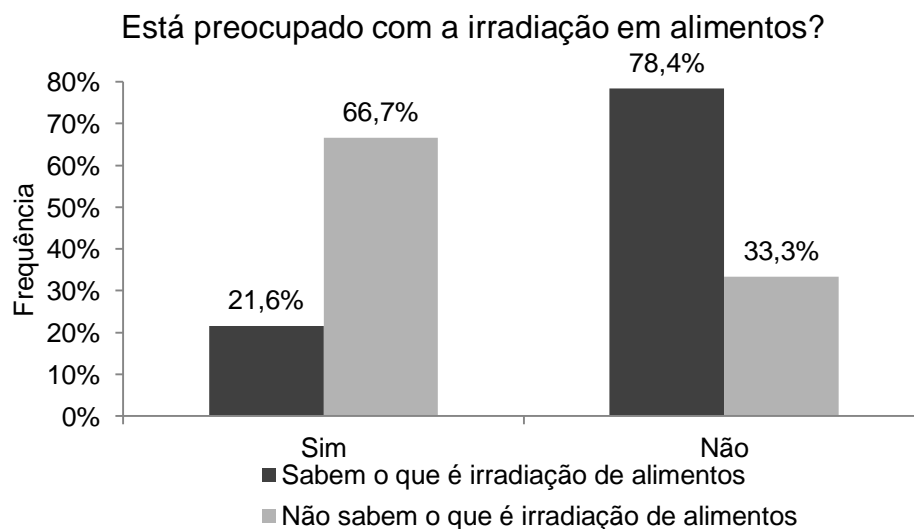
O principal motivo apontado para não se comprar alimentos irradiados é a crença de que fazem mal à saúde, citado por 40,2 % dos participantes. O segundo e terceiro motivos mais citados foram o fato de o participante não saber o que é irradiação de alimentos (35,8 %) e a falta de conhecimento das vantagens da irradiação de alimentos (22,5 %), respectivamente (Figura 5.8). Isto demonstra a importância da informação sobre o processo de irradiação de alimentos para uma maior intenção de compra por alimentos irradiados.

Visando verificar a influência do conhecimento sobre irradiação de alimentos sobre a intenção de compra por alimentos irradiados foi realizado o cruzamento dos dados obtidos com a aplicação do questionário. Comparando as respostas dos 37 participantes que souberam informar uma aplicação

correta da irradiação em alimentos com as respostas dos demais consumidores (que não possuíam conhecimento sobre a irradiação de alimentos), foi possível constatar que os participantes com conhecimento sobre irradiação de alimentos possuem maior intenção de compra por alimentos irradiados e menor preocupação quanto à utilização da irradiação em alimentos (Figura 5.9 (a) e (b)). Portanto, quanto maior o nível de conhecimento do consumidor, menor será sua preocupação e maior sua intenção de compra por alimentos irradiados.



(a)



(b)

Figura 5.9 – Comparação do nível de conhecimento com a intenção de compra e preocupação dos participantes do estudo.

Tais resultados são compatíveis com os obtidos nas três sessões de testes de aceitação do Capítulo II e com o que foi discutido nas sessões de grupo de foco do Capítulo III, nos quais foi demonstrada a importância da informação sobre o processo de irradiação de alimentos para que ocorram maior aceitação e intenção de compra por alimentos irradiados.

Também foi realizado o cruzamento dos dados a fim de verificar a influência de fatores sociodemográficos, tais como sexo, idade, estado civil, grau de instrução e renda familiar mensal, na neofobia, nível de informação sobre irradiação de alimentos, intenção de compra e preocupação dos participantes.

Avaliando separadamente as respostas dos participantes masculinos (n = 136) e femininos (n = 135), é possível observar que as mulheres apresentam um maior conhecimento sobre irradiação de alimentos, com 22,2 % delas afirmando saber o que é irradiação de alimentos e 17 % informando uma aplicação correta desta tecnologia de conservação. Dos homens, apenas 16,2 % afirmaram saber o que é irradiação de alimentos e 10,3 % souberam informar uma aplicação correta (Tabela 5.3). O receio em provar novos alimentos (neofobia) foi semelhante para estes dois grupos de participantes. Apesar de o número de mulheres que não comprariam alimentos irradiados (51,1 % delas) ser menor que o número de homens (61 % deles), as mulheres mostraram-se mais preocupadas com a utilização da irradiação em alimentos (65,2 %) do que os homens (55,8 %). Para os homens que afirmaram que não sabem ou que não comprariam alimentos irradiados, os três principais motivos para não comprar são a crença de que fazem mal à saúde (47,7 %), por não saber o que é irradiação de alimentos (45,9 %) e, empatados como terceiro principal motivo, com 28,8 % de frequência, por não conhecer as vantagens da irradiação de alimentos e por não se sentir seguro. Já os três principais motivos para as mulheres é a crença de que fazem mal à saúde (52,3 %), a falta de conhecimento sobre o que é irradiação de alimentos (43 %) e por acreditarem que alimentos irradiados não são naturais e preferir alimentos naturais (28 %).



Tabela 5.3 – Resumo das respostas dos participantes divididos quanto ao sexo

Respostas Perguntas / Sexo	Sim		Não sei		Não	
	Masc.	Fem.	Masc.	Fem.	Masc.	Fem.
Provaria novos produtos? (neofobia)	45,5%	42,2%	-	-	54,4%	57,8%
Já ouviu falar sobre irradiação de alimentos?	37,5%	47,4%	-	-	62,5%	52,6%
Sabe o que é irradiação de alimentos? <sup>1</sup>	16,2%	22,2%	-	-	21,3%	17,0%
Informou uma aplicação correta <sup>2</sup>	10,3%	17,0%	-	-	5,9%	5,2%
Compraria alimentos irradiados?	18,4%	20,7%	20,6%	28,1%	61,0%	51,1%
Preocupação com a irradiação em alimentos	55,9%	65,2%	-	-	44,1%	34,8%

<sup>1</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram ter ouvido falar sobre irradiação de alimentos responderam essa pergunta; <sup>2</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos responderam essa pergunta.

Diferentemente dos resultados obtidos no presente estudo, homens canadenses possuem maior conhecimento sobre irradiação de alimentos e maior intenção de compra do que as mulheres canadenses (CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012).

As mulheres são mais preocupadas com todos os problemas que podem afetar a segurança do alimento, incluindo a irradiação, principalmente se tem filhos ou moram com crianças menores de 18 anos (BRUHN, 1999; HUANG et al., 2007; EUSTICE e BRUHN, 2013), o que pode explicar o maior nível de preocupação quanto à utilização da irradiação em alimentos das mulheres do presente estudo.

O receio em consumir novos produtos não diferiu muito entre os participantes que moram com crianças (35,7 % afirmaram que provariam) e os que não moram com crianças (38 % afirmaram que provariam). Por outro lado, os participantes que moram com crianças (n = 84) possuem um maior receio em comprar alimentos irradiados; apenas 8,3 % deles afirmaram que comprariam, enquanto que, dos que não moram com crianças (n = 187), 24,6 % afirmaram que comprariam alimentos irradiados. Os principais motivos para os participantes que moram com criança não comprarem alimentos irradiados é a crença de que fazem mal à saúde (51,9 %), por não saberem o que é irradiação de alimentos (45,5 %) e por não se sentirem seguros (28,6 %), respectivamente. Estes dois grupos de participantes também diferem quanto à preocupação da utilização da irradiação em alimentos; 71,4 % dos participantes que moram com crianças afirmaram estar preocupados, enquanto 55,5 % dos

participantes que não moram com crianças não demonstraram preocupação. Portanto, pessoas que moram com crianças tendem a estar mais preocupadas com a utilização da irradiação em alimentos e a possuir uma intenção de compra menor por alimentos irradiados quando comparadas às pessoas que não moram com crianças.

De acordo com Hinson et al. (1998), existe na literatura a hipótese de que famílias com filhos estariam menos propensas a comprar alimentos irradiados do que famílias sem filhos. Segundo Eustice e Bruhn (2013), a presença de crianças com menos de 18 anos está associada com a oposição à irradiação de alimentos.

Foi constatado que, quanto maior a idade, menor é a porcentagem de pessoas que provariam novos produtos, ou seja, maior é a neofobia (Tabela 5.4). Os resultados também indicam que o nível de conhecimento é menor, quanto maior a idade dos participantes; enquanto 21,3 % dos participantes entre 18 e 29 anos souberam informar uma aplicação correta para a técnica de irradiação em alimentos, apenas 7 % dos que tinham entre 30 e 59 anos souberam informar corretamente, e nenhum participante com idade entre 60 e 80 anos soube informar uma aplicação correta para a irradiação em alimentos. A intenção de compra por alimentos irradiados também diminuiu consideravelmente com o aumento da idade, e a preocupação quanto à utilização da irradiação em alimentos aumentou (Tabela 5.4). Os principais motivos para não comprar alimentos irradiados variaram entre esses grupos de participantes; entre os participantes com idade entre 18 e 29 anos, o principal motivo foi por não saberem o que é irradiação de alimentos (43,4 %), seguido da falta de conhecimento sobre as vantagens da irradiação (38,6 %) e por acreditarem que alimentos irradiados fazem mal à saúde (38,6 %); para os participantes com faixa etária entre 30 e 59 anos o principal motivo é a crença de que fazem mal à saúde (57,1 %), e em seguida por não saberem o que é irradiação de alimentos (47,1 %) e por não se sentirem seguros (30,3 %); e para os participantes com maior idade, entre 60 e 80 anos, os principais motivos são a crença de que fazem mal à saúde (56,6 %), a crença de que alimentos irradiados não são naturais e preferirem alimentos naturais (50 %) e,

com mesmo número de frequência em terceiro, por não se sentirem seguros (31,3 %) e por não saberem o que é irradiação de alimentos (31,3 %).

Tabela 5.4 – Resumo das respostas dos participantes divididos quanto à faixa etária

Respostas Perguntas / Faixa etária	Sim			Não sei			Não		
	18-29	30-59	60-80	18-29	30-59	60-80	18-29	30-59	60-80
Provaria novos produtos? (neofobia)	48,8%	42,2%	18,8%	-	-	-	51,2%	57,8%	81,3%
Já ouviu falar sobre irradiação de alimentos?	53,5%	33,6%	25,0%	-	-	-	46,5%	66,4%	75,0%
Sabe o que é irradiação de alimentos? <sup>1</sup>	24,4%	15,6%	6,3%	-	-	-	29,1%	18,0%	18,8%
Informou uma aplicação correta <sup>2</sup>	21,3%	7,0%	0,0%	-	-	-	3,1%	8,6%	6,3%
Compraria alimentos irradiados	34,6%	7,0%	0,0%	27,6%	24,2%	0,0%	37,8%	68,8%	100,0%
Preocupação com a irradiação de alimentos	43,3%	73,4%	93,8%	-	-	-	56,7%	26,6%	6,3%

<sup>1</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram ter ouvido falar sobre irradiação de alimentos responderam essa pergunta; <sup>2</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos responderam essa pergunta.

Pesquisa realizada no Canadá verificou que os participantes com idade superior a 55 anos são os mais fortemente ou moderadamente favoráveis (com três em cada quatro) à presença de alimentos irradiados nos supermercados, além de possuírem maior intenção de compra (CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA, 2012). Hinson et al. (1998) constataram que, quanto maior a idade, maior a intenção de compra por alimentos irradiados. Diferentemente, o presente estudo observou maior intenção de compra e menor preocupação nos participantes mais novos; isso pode ser explicado devido ao maior nível de conhecimento sobre irradiação de alimentos também observado nestes participantes, tendo em vista que os resultados de estudos indicam que o nível de conhecimento apresenta correlação positiva com a intenção de compra por alimentos irradiados (IFIC, 1998; OLIVEIRA e SABATO, 2004; GUNES e TEKIN, 2006; JUNQUEIRA-GONÇALVES et al., 2011; EUSTICE e BRUHN, 2013).

Quanto ao estado civil os participantes foram divididos em três grupos, um constituído pelos solteiros (n = 117), outro por participantes em união estável (n = 120) e o terceiro grupo foi constituído pelos demais participantes

(separados, divorciados e viúvos) (n = 34) (Tabela 5.5). Constatou-se que os participantes em união estável estão menos propensos a provar novos produtos do que os demais participantes e os participantes solteiros possuem maior nível de conhecimento, maior intenção de compra e menor preocupação quanto à utilização da irradiação em alimentos do que os participantes em união estável.

Tabela 5.5 – Resumo das respostas dos participantes divididos quanto ao estado civil

Respostas	Sim			Não sei			Não		
	Solteiro	União estável	Outro	Solteiro	União estável	Outro	Solteiro	União estável	Outro
Provaria novos produtos? (neofobia)	46,2%	41,7%	44,1%	-	-	-	53,8%	58,3%	55,9%
Já ouviu falar sobre irradiação de alimentos?	58,1%	32,5%	23,5%	-	-	-	41,9%	67,5%	76,5%
Sabe o que é irradiação de alimentos? <sup>1</sup>	29,1%	14,2%	12,5%	-	-	-	29,1%	18,3%	87,5%
Informou uma aplicação correta <sup>2</sup>	22,2%	8,3%	2,9%	-	-	-	6,8%	5,8%	0,0%
Compraria alimentos irradiados	32,5%	11,7%	2,9%	27,4%	23,3%	17,6%	40,2%	65,0%	79,4%
Preocupação com a irradiação de alimentos	44,4%	70,8%	79,4%	-	-	-	55,6%	29,2%	20,6%

<sup>1</sup>Somatório das percentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram ter ouvido falar sobre irradiação de alimentos responderam essa pergunta; <sup>2</sup>Somatório das percentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos responderam essa pergunta.

Para verificar a relação do grau de instrução com algumas respostas do questionário, os participantes foram divididos em dois grupos. O grupo 1 foi constituído de pessoas com menor grau de instrução, com até o segundo grau completo (n = 116). O grupo 2 foi composto por participantes com maior grau de instrução, com ensino superior incompleto a pós graduação completa (n = 155). Dessa forma, foi possível verificar que os participantes com maior grau de instrução estão mais propensos a comprar novos produtos, possuem maior conhecimento sobre irradiação de alimentos, possuem maior intenção de compra por alimentos irradiados e estão menos preocupados quanto à utilização da irradiação em alimentos (Tabela 5.6). Apesar de tais diferenças, os principais motivos que os participantes dos dois grupos apontaram para não comprar alimentos irradiados foram os mesmos: primeiramente, por

acreditarem que fazem mal à saúde e, em segundo lugar, por não saberem o que é irradiação de alimentos.

Tabela 5.6 – Resumo das respostas dos participantes divididos quanto ao grau de instrução

Respostas	Sim		Não sei		Não	
	<GI <sup>1</sup>	>GI <sup>2</sup>	<GI <sup>1</sup>	>GI <sup>2</sup>	<GI <sup>1</sup>	>GI <sup>2</sup>
Perguntas / Grupo						
Provaria novos produtos? (neofobia)	36,2%	49,7%	-	-	63,8%	50,3%
Já ouviu falar sobre irradiação de alimentos?	30,2%	51,6%	-	-	69,8%	48,4%
Sabe o que é irradiação de alimentos? <sup>3</sup>	5,2%	29,7%	-	-	25,0%	21,9%
Informou uma aplicação correta? <sup>4</sup>	2,6%	21,9%	-	-	2,6%	7,7%
Compraria alimentos irradiados	7,8%	28,4%	19,0%	28,4%	73,3%	43,2%
Preocupação com a irradiação de alimentos	80,2%	45,8%	-	-	19,8%	54,2%

<sup>1</sup>Grupo de pessoas com menor grau de instrução (até o segundo grau completo); <sup>2</sup>Grupo de pessoas com maior grau de instrução (com ensino superior incompleto a pós graduação completa); <sup>3</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram ter ouvido falar sobre irradiação de alimentos responderam essa pergunta; <sup>4</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos responderam essa pergunta.

Estudos demonstram que participantes com maior escolaridade são mais favoráveis à utilização da irradiação em alimentos (RESURRECCION et al., 1995; OLIVEIRA e SABATO, 2004; EUSTICE e BRUHN, 2013). Um estudo realizado no Brasil com os participantes da International Nuclear Atlantic Conference (INAC) e da 15ª Reunião Anual do Instituto Biológico (RAIB) também verificou que, quanto maior o nível de escolaridade, maior a intenção de compra por alimentos irradiados (OLIVEIRA e SABATO, 2004). Apesar de terem encontrado resultado diferente, Hinson et al. (1998) afirmaram que estudos na literatura apontaram correlação positiva entre o nível educacional e a aceitação por alimentos irradiados.

Considerando o salário mínimo brasileiro de R\$ 678,00 em maio de 2013 (BRASIL, 2012), os participantes que souberam ou quiseram responder sobre sua renda familiar mensal (n = 228) foram divididos em três grupos, o grupo 1 constituído de pessoas que possuem renda familiar mensal de até 2 salários mínimos (até R\$ 1.356,00) (n = 60), o grupo 2 de pessoas com renda familiar mensal maior que 2 e até 10 salários mínimos (> R\$ 1.356,00 a R\$ 6.780,00) (n = 135) e o grupo 3 contendo participantes com renda familiar mensal maior que 10 salários mínimos (> R\$ 6.780,00) (n = 33) (Tabela 5.7).

Dessa forma, foi possível constatar que os participantes com maior renda familiar mensal estavam mais propícios a provar novos produtos, possuíam um maior conhecimento sobre irradiação de alimentos, estavam mais propensos a comprar alimentos irradiados e menos preocupados quanto à utilização da irradiação em alimentos, quando comparados aos participantes de menor renda familiar mensal (Tabela 5.7). Os principais motivos para os consumidores dos grupos 1 e 2 não comprar alimentos irradiados foram, em primeiro lugar, a crença de que fazem mal à saúde e, em segundo lugar, a falta de conhecimento sobre irradiação de alimentos; já para os participantes do grupo 3, o principal motivo era a falta de conhecimento (60,0 %) e, em seguida, a crença de que fazem mal à saúde (35,0 %).

Tabela 5.7 – Resumo das respostas dos participantes divididos quanto à renda familiar mensal

Resposta Perguntas / Grupo	Sim			Não sei			Não		
	G1 <sup>1</sup>	G2 <sup>2</sup>	G3 <sup>3</sup>	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Provaria novos produtos? (neofobia)	43,3%	43,0%	60,6%	-	-	-	56,7%	57,0%	39,4%
Já ouviu falar sobre irradiação de alimentos?	33,3%	38,5%	63,6%	-	-	-	66,7%	61,5%	36,4%
Sabe o que é irradiação de alimentos? <sup>4</sup>	11,7%	17,0%	42,4%	-	-	-	21,7%	21,5%	21,2%
Informou uma aplicação correta <sup>5</sup>	10,0%	9,6%	33,3%	-	-	-	1,7%	7,4%	9,1%
Compraria alimentos irradiados	11,7%	19,3%	39,4%	30,0%	17,0%	27,3%	58,3%	63,7%	33,3%
Preocupação com a irradiação de alimentos	78,3%	62,2%	39,4%	-	-	-	21,7%	37,8%	60,6%

<sup>1</sup>Grupo de pessoas que possuem renda familiar mensal de até 2 salários mínimos; <sup>2</sup>Grupo de pessoas que possuem renda familiar mensal maior que 2 e até 10 salários mínimos; <sup>3</sup>Grupo de pessoas com renda familiar mensal maior que 10 salários mínimos; <sup>4</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram ter ouvido falar sobre irradiação de alimentos responderam essa pergunta; <sup>5</sup>Somatório das porcentagens menor que 100 % porque apenas os participantes que afirmaram saber o que é irradiação de alimentos responderam essa pergunta.

De acordo com Bruhn (1999), a adoção de novas tecnologias é liderada pelos indivíduos inovadores. Os primeiros usuários de novas tecnologias muitas vezes têm maior renda, um emprego de maior prestígio pela sociedade e um melhor padrão de vida. Resurreccion et al. (1995) e Crowley et al. (2002) verificaram que participantes com maior renda familiar são mais favoráveis à irradiação de alimentos.

#### **4. CONCLUSÃO**

Foi constatado que os consumidores possuem baixo conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos e muitos associam alimentos irradiados à radioatividade e ao câncer, o que pode ter resultado na pequena intenção de compra observada para alimentos irradiados. Apesar disso, a grande maioria dos participantes consome ou já consumiu ao menos um alimento com ingrediente irradiado, muitos sem o conhecimento, sugerindo que tais consumidores não leem os rótulos dos alimentos que consomem.

A maioria dos entrevistados mostrou-se neofóbica, afirmando que não provaria novos produtos, o que resulta em uma maior rejeição por alimentos diferentes daqueles que as pessoas estão habituadas a consumir, como os alimentos irradiados.

Quando comparados aos consumidores leigos, os consumidores que possuem conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos tendem a estar menos preocupados com a utilização da irradiação em alimentos e a comprar alimentos irradiados.

Pessoas com menor idade, solteiras, que não moram com crianças, com maior grau de instrução e maior renda familiar mensal tendem a ter um maior conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos, menor preocupação quanto a sua utilização e maior intenção de compra por alimentos irradiados.

Com os resultados obtidos é possível verificar os potenciais consumidores de alimentos irradiados e os principais motivos para os consumidores não comprarem alimentos irradiados, informações primordiais no desenvolvimento de estratégias visando ao aumento da aceitação por alimentos irradiados.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BATALHA, M. O.; CHEUNG, T. L.; SANTOS, S. L.; LAMBERT, J. L. Hábito de consumo alimentar no Brasil: um estudo exploratório. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2004, 18 p.

BEHRENS, J. H.; BARCELLOS, M. N.; FREWER, L. J.; NUNES, T. P.; LANDGRAF, M. Brazilian consumer views on food irradiation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 383-389, 2009.

BENTON, D. Role of parents in the determination of the food preferences of children and the development of obesity. **International Journal of Obesity**. v. 28, n. 7, p. 858-869, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm)>. Acesso em: 12 set. 2011.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). **CRAS - Institucional**. 2013. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/falemds/perguntas-frequentes/assistencia-social/psb-protecao-especial-basica/cras-centro-de-referencias-de-assistencia-social/cras-institucional>>. Acesso em: 28 jun. 2013.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 7.872, de 26 de dezembro de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7872.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7872.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2013.

BRUHN, C. M. **Consumer attitudes and market response to irradiated food**. International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), Vienna, 1999.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Panorama - análise de oportunidades e desafios para o segmento de irradiadores e aplicações na cadeia produtiva do agronegócio**. Relatório Parcial. Brasília, 2010.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN); CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN). **A irradiação de alimentos: ficção e realidade** - Série de fichas descritivas do Grupo Consultivo Internacional sobre irradiação de alimentos. Versão em Português. Editora Lê, 2013.

CONSUMERS ASSOCIATION OF CANADA. Food irradiation survey. **Angus Reid Public Opinion**, 2012.

COX, D. N.; EVANS, G. Construction and validation of a psychometric scale to measure consumer's fears of novel food technologies: the food technology neophobia scale. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 8, p. 704–710, 2008.

CROWLEY, M.L., GABOURY, D. J., WITT, D. Chef's attitudes in North-Eastern US toward irradiation beef, Olestra, rBST and genetically engineered tomatoes. **Food Service Technology**, v. 2, n. 4, p. 173-181, 2002.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A. Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 6, p. 125-167, 2010.



- DeRUITER, F. E.; DWYER, J. Consumer acceptance of irradiated foods: dawn of a new era? **Food Service Technology**, v. 2, n. 2, p. 47-58, 2002.
- EUSTICE, R. F.; BRUHN, C. M. Consumer acceptance and marketing of irradiated foods. In: FAN X.; SOMMERS, C. H. (Eds.). **Food irradiation research and technology**. 2ª ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists, Cap. 10, p. 173-195, 2013.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- FORD, N. J.; RENNIE, D. M. Consumer understanding of food irradiation. **Journal of Consumer Studies & Home Economics**, v. 11, n. 4, p. 305-320, 1987.
- GALLUP ORGANIZATION, THE. **Consumer awareness, knowledge, and acceptance of food irradiation**. Statistical report. American Meat Institute Foundation, 1993.
- GONÇALVES, A. C. A.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; MINIM, V. P. R. Pesquisa de mercado aplicada à indústria de alimentos. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 8, p. 214-257, 2010.
- GUNES, G.; TEKIN, M. D. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: results of a survey conducted on Turkish consumers. **LWT**, v. 39, n. 4, p. 443-447, 2006.
- HENSON, S. Demand-side constraints on the introduction of new food technologies: the case of food irradiation. **Food Policy**, v. 20, n. 2, p. 111-127, 1995.
- HINSON, R. A.; HARRISON, R. W.; ANDREWS, L. Impact of socioeconomic characteristics on attitudes toward food irradiation. **Journal of Food Distribution Research**, v. 29, n. 3, p. 26-34, 1998.
- HUANG, C. L.; WOLFE, K.; MCKISSICK, J. Willingness to pay for irradiated meat products: a comparison between poultry and pork. **Southern Business and Economic Journal**, v. 30, n. 1-2, p. 71-78, 2007.
- HWANG, Y. J.; ROE, B.; TEISL, M. F. An empirical analysis of united states consumers' concerns about eight food production and processing technologies. **AgBioForum**, v. 8, n. 1, p. 40-49, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas**. 2010. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=1766>>. Acesso em: 6 jun. 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Espírito Santo - Alegre - Infográfico**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=320020#>>. Acesso em: 6 jun. 2013.
- INTERNATIONAL CONSULTATIVE GROUP ON FOOD IRRADIATION (ICGFI). **Facts about food irradiation**. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1999.

- INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL (IFIC). **Consumer attitudes toward food irradiation**. 1998. Disponível em: <[http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Consumer\\_Atitudes\\_Toward\\_Food\\_Irradiation\\_](http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Consumer_Atitudes_Toward_Food_Irradiation_)>. Acesso em: 25 jun. 2013.
- JOHNSON, A. M.; REYNOLDS, A. S.; CHEN, J.; RESURRECCION, A. Consumer attitudes towards irradiated food: 2003 vs. 1993. **Food Protection Trends**, v. 24, p. 408-418, 2004.
- JUNQUEIRA-GONÇALVES, M. P.; GALOTTO, M. J.; VALENZUELA, X.; DINTEN, C. M.; AGUIRRE, P.; MILTZ, J. Perception and view of consumers on food irradiation and the radura symbol. **Radiation Physics & Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 119–122, 2011.
- MARTINS C. G.; BEHRENS, J. H.; MONTES-VILLANUEVA, N. D.; FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Acceptance and purchase intention of irradiated foods in Brazil: Effect of positive information. **CENTRUM Católica's Working Paper Series**, n. 2012-09-0017, 2012.
- MATIN, A. H.; GODDARD, E.; VANDERMOERE, F.; BLANCHEMANCHE, S.; BIEBERSTEIN, A.; MARETTE, S.; ROOSEN, J. Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of nanotechnology? **International Journal of Consumer Studies**, v. 36, n. 2, p. 149–157, 2012.
- OLIVEIRA, I. B.; SABATO, S. F. Dissemination of the food irradiation process on different opportunities in Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 71, n. 1-2, p. 493-497, 2004.
- ORNELLAS, C. B. D.; GONÇALVES, M. P. J.; SILVA, P. R.; MARTINS, R. T. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.
- RESURRECCION, A. V. A, GALVEZ, F. C. F., FLETCHER, S. M., MISRA, S. K. Consumers attitudes towards irradiated food: results of a new study. **Journal of Food Protection**, v. 58, n. 2, p. 193-196, 1995.
- SCHUTZ, H. G.; BRUHN, C. M.; DIAZ-KNAUF, V. Consumer attitude towards irradiated foods: effects of labeling and benefits information. **Food Technology**, v. 49, n.10, p. 80-86, 1989.
- THOMAS, P. A. Section 3.4. Consumer acceptance. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 35, n. 1-3, p. 342-344, 1990.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do experimento envolvendo as determinações dos limiares de detecção e rejeição, as análises pareado-diferença para gosto doce e as análises físico-químicas demonstraram que as principais alterações causadas pela irradiação de morango são a diminuição da firmeza do fruto e o aumento da intensidade de gosto doce percebido. Para elucidar estas alterações causadas pela irradiação de morango, entretanto, tornam-se necessários estudos adicionais que realizem a caracterização sensorial e físico-química de morangos irradiados.

O limiar de rejeição calculado (3,6 kGy) serve de orientação e como parâmetro para que produtores e indústrias que comercializam ou pretendem comercializar morango irradiado atendam à legislação brasileira, comercializando morangos com maior vida de prateleira, microbiologicamente seguros e com características sensoriais adequadas. Contudo, a atitude e a aceitação dos consumidores são bastante pessoais, tornando-se necessária a realização de novas pesquisas, em outras regiões e países, a fim de investigar até qual dose o morango pode ser irradiado sem ocorrer rejeição sensorial pelo seu mercado consumidor e comparar os resultados obtidos com os do presente estudo.

Com as sessões de aceitação constatou-se que o morango irradiado na dose de 3,6 kGy apresenta aceitação sensorial positiva (isto é, uma aceitação evidenciada na parte positiva da escala hedônica), porém significativamente menor que a do morango controle ( $p \leq 0,05$ ), resultado condizente com o obtido na determinação do limiar de rejeição. Por meio de análises microbiológicas constatou-se que a irradiação do morango na dose de 3,6 kGy é efetiva na eliminação de micro-organismos deterioradores do morango.

Com a realização da análise conjunta de fatores (ANCF) e da análise conjunta de fatores baseada em escolha (ANCFE) verificou-se que a embalagem ideal para morango irradiado possui as informações “alimento tratado por processo de ionização”, ainda que no Brasil... “para garantir o frescor e a qualidade por mais tempo” e a presença do símbolo radura. Estas

informações são importantes para a confecção de embalagens de morango irradiado que possuam maior influência positiva na intenção de compra e maior probabilidade de escolha pelo consumidor.

Por meio das sessões de aceitação, de grupo de foco e da aplicação do questionário sociodemográfico concluiu-se que os consumidores possuem rejeição pelo processo de irradiação de alimentos. Entretanto, consumidores que possuem conhecimentos sobre o processo de irradiação de alimentos tendem a ter maior aceitação e intenção de compra por alimentos irradiados. Uma vez que foi demonstrado, com a aplicação do questionário sociodemográfico, que a maioria dos participantes possuía baixo ou nenhum conhecimento sobre o processo de irradiação de alimentos e, conseqüentemente, baixa intenção de compra por alimentos irradiados, tornam-se fundamental, no Brasil, maiores investimentos na divulgação de informações sobre o processo de irradiação de alimentos para que ocorra maior aceitação e intenção de compra por tais produtos.

Os principais motivos para os consumidores não comprar alimentos irradiados é a crença de que fazem mal à saúde e por não saberem o que é irradiação de alimentos. Além disso, a maioria dos entrevistados mostrou-se neofóbica, afirmando que não provaria novos produtos, o que resulta em uma maior rejeição por alimentos diferentes daqueles que as pessoas estão habituadas a consumir, como os alimentos irradiados.

Os resultados obtidos neste estudo auxiliam na determinação da dose de radiação ideal a ser utilizada no morango e na confecção de embalagens para morango irradiado, apontam o perfil dos consumidores e potenciais consumidores de alimentos irradiados e elucida os pensamentos e comportamentos dos consumidores sobre alimentos irradiados. Com tais informações, é possível adotar melhores estratégias que visam diminuir o receio da população por alimentos irradiados e aumentar a aceitação por tais produtos, contribuindo para uma maior utilização da irradiação em alimentos e, conseqüentemente, para a oferta de alimentos com maior vida de prateleira e microbiologicamente mais seguros.

**ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL  
UTILIZADO NO ESTUDO DE ACEITAÇÃO DE MORANGO**

- 1) Nome: \_\_\_\_\_ 2) Ano de nascimento: \_\_\_\_\_
- 3) Sexo: ( ) feminino ( ) masculino
- 4) Grau de escolaridade:
- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| ( ) 1º grau incompleto | ( ) superior incompleto      |
| ( ) 1º grau completo   | ( ) superior completo        |
| ( ) 2º grau incompleto | ( ) pós graduação incompleto |
| ( ) 2º grau completo   | ( ) pós graduação completo   |
|                        | ( ) outro: _____             |
- 5) Você gosta de morango?  
( ) Sim ( ) Não
- 6) Com que frequência você consome morango:
- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| ( ) Diariamente         | ( ) Ocasionalmente (menos de |
| ( ) 1 vez por semana    | 1 vez por mês, na média)     |
| ( ) 1 a 2 vezes por mês | ( ) Nunca                    |
- 7) Você sabe o que é irradiação de alimentos?  
( ) Sim ( ) Não
- 8) Você já consumiu algum alimento irradiado? (com exceção do morango desse estudo)  
( ) Sim ( ) Não
- 9) Você compraria alimentos irradiados?  
( ) Sim ( ) Não
- 10) Você conhece alguma aplicação da irradiação em alimentos?  
( ) Sim ( ) Não  
Em caso positivo, cite uma:  
\_\_\_\_\_
- 
- 11) Você conhece alguma vantagem da utilização da irradiação em alimentos?  
( ) Sim ( ) Não  
Em caso positivo, cite uma:  
\_\_\_\_\_
- 
- 12) Você conhece alguma desvantagem da utilização da irradiação em alimentos?  
( ) Sim ( ) Não  
Em caso positivo, cite uma:  
\_\_\_\_\_
- 
- 13) Quais dos alimentos abaixo você consome? (pode marcar mais de uma opção)
- |   |   |
|---|---|
| ( ) Mamão                               | ( ) Produto com ingrediente irradiado 2 |
| ( ) Manga                               | ( ) Produto com ingrediente irradiado 3 |
| ( ) Cebola                              | ( ) Produto com ingrediente irradiado 4 |
| ( ) Batata                              | ( ) Produto com ingrediente irradiado 5 |
| ( ) Produto com ingrediente irradiado 1 | ( ) Produto com ingrediente irradiado 6 |

**ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO DEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL  
APLICADO AOS PARTICIPANTES DAS SESSÕES DE GRUPO DE FOCO E  
DO ESTUDO COM EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO**

- 1) Nome: \_\_\_\_\_
- 2) Celular: (\_\_\_\_)\_\_\_\_\_
- 3) E-mail: \_\_\_\_\_
- 4) Sexo: ( ) masculino ( ) feminino
- 5) Idade: \_\_\_\_\_
- 6) Grau de instrução:
- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| ( ) 1º grau incompleto | ( ) superior incompleto      |
| ( ) 1º grau completo   | ( ) superior completo        |
| ( ) 2º grau incompleto | ( ) pós graduação incompleto |
| ( ) 2º grau completo   | ( ) pós graduação completo   |
|                        | ( ) outro: _____             |
- 7) Profissão: \_\_\_\_\_
- 8) Quem faz as compras de supermercado para sua casa?  
( ) você mesmo ( ) outro: \_\_\_\_\_
- 9) Qual a sua frequência de consumo de morango?
- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| ( ) diariamente      | ( ) ocasionalmente (menos de 1 vez |
| ( ) 1 vez por semana | por mês, na média)                 |
| ( ) 2 vezes por mês  | ( ) nunca                          |
| ( ) 1 vez por mês    |                                    |
- 10) Você costuma ler o rótulo dos produtos que consome?  
( ) sempre ( ) frequentemente ( ) às vezes  
( ) ocasionalmente ( ) nunca
- 11) O que você observa nos rótulos de alimentos e bebidas?
- |                       |  |
|-----------------------|--|
| ( ) marca             | ( ) informações nutricionais                     |
| ( ) preço             | ( ) informação sobre aditivos                    |
| ( ) prazo de validade | ( ) informação sobre ingredientes                |
| ( ) <i>design</i>     | ( ) informação sobre tecnologia de processamento |
| ( ) cor               | ( ) outros: _____                                |
- 12) Você compraria um alimento que apresentasse no rótulo os dizeres:  
“Alimento tratado por processo de irradiação”?  
( ) sim ( ) não ( ) estou em dúvida
- 13) Você sabe o que é irradiação de alimentos?  
( ) sim ( ) não ( ) estou em dúvida

### **ANEXO 3 – ROTEIRO DE PERGUNTAS UTILIZADO NAS SESSÕES DE GRUPO DE FOCO**

- 1) Você observa o rótulo dos alimentos que consome? O que você observa?
- 2) Como você entende a expressão “ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO”? O que você acha dessa expressão?
- 3) Você já viu no supermercado algum alimento com esses dizeres?
- 4) Se estivessem no rótulo os dizeres “ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO”, você compraria? Você pagaria mais por alimento irradiado? Até quanto a mais?

**Apresentação dos slides contendo fotos de produtos irradiados encontrados nos supermercados brasileiros.**

- 5) Você já viu algum desses alimentos? Você já comprou algum desses alimentos?

**Apresentação dos slides contendo fotos de alimentos irradiados sendo comercializados nos Estados Unidos e na França e de embalagens destes produtos.**

- 6) O que você acha dessas formas de informar que o alimento foi irradiado?
- 7) Como dizer, no rótulo, que o alimento é irradiado? Como deveria ser uma embalagem de alimento irradiado? Quais informações deveriam ter na embalagem de alimento irradiado?

**Apresentação dos slides contendo diferentes formas de informar que o alimento é irradiado.**

- 8) O que você acha deste termo? (pergunta feita para cada termo)

**Apresentação dos slides contendo a foto do símbolo radura.**

- 9) O que você acha deste símbolo? Você já viu esse símbolo antes?
- 10) O que você acha da embalagem ter alguma informação adicional sobre a irradiação?

**Apresentação dos slides contendo diferentes informações adicionais sobre o processo de irradiação de alimentos.**

- 11) O que você acha dessas informações adicionais?
- 12) Por favor, ordene os termos e as informações adicionais de acordo com sua preferência.

**ANEXO 4 – DELINEAMENTO DE APRESENTAÇÃO DOS TRATAMENTOS  
NO ESTUDO DE EMBALAGENS DE MORANGO IRRADIADO**

Sessão	Ordem de apresentação dos tratamentos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	5	4	8	7	1	2	6	3
2	8	5	1	4	6	7	3	2
3	4	7	5	2	8	3	1	6
4	3	6	2	1	7	8	4	5
5	7	2	4	3	5	6	8	1
6	6	1	3	8	2	5	7	4
7	2	3	7	6	4	1	5	8
8	1	8	6	5	3	4	2	7
9	1	7	5	8	3	4	6	2
10	7	8	1	4	5	2	3	6
11	6	3	2	5	4	1	8	7
12	8	4	7	2	1	6	5	3
13	5	1	3	7	6	8	2	4
14	2	6	4	3	8	5	7	1
15	4	2	8	6	7	3	1	5
16	3	5	6	1	2	7	4	8
17	2	6	5	1	7	3	4	8
18	7	5	4	2	8	6	3	1
19	5	2	7	6	4	1	8	3
20	1	3	6	8	2	4	5	7
21	6	1	2	3	5	8	7	4
22	4	7	8	5	3	2	1	6
23	8	4	3	7	1	5	6	2
24	3	8	1	4	6	7	2	5
25	6	1	3	4	8	5	7	2
26	8	3	7	6	2	1	5	4
27	5	2	4	7	1	8	6	3
28	2	7	5	8	4	3	1	6
29	1	4	6	5	3	2	8	7
30	3	6	8	1	7	4	2	5
31	7	8	2	3	5	6	4	1
32	4	5	1	2	6	7	3	8
33	4	1	2	7	5	6	8	3
34	7	6	1	3	4	8	2	5
35	3	8	6	5	7	2	1	4
36	1	7	4	6	2	3	5	8
37	5	2	8	4	3	1	6	7
38	6	3	7	8	1	5	4	2
39	2	4	5	1	8	7	3	6
40	8	5	3	2	6	4	7	1
41	6	1	5	8	3	4	2	7
42	3	5	2	6	7	1	4	8
43	5	6	3	1	2	8	7	4
44	1	8	6	4	5	7	3	2
45	8	4	1	7	6	2	5	3
46	7	2	4	3	8	5	1	6
47	4	7	8	2	1	3	6	5
48	2	3	7	5	4	6	8	1

Fonte: MacFie et al., 1989.



**ANEXO 5 - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL  
UTILIZADO NA PESQUISA DE OPINIÃO COM CONSUMIDORES DE  
ALEGRE – ES**

- 1) Sexo: ( ) masculino ( ) feminino
- 2) Idade: \_\_\_\_\_
- 3) Estado Civil  
( ) Solteiro ( ) Divorciado  
( ) União estável ( ) Viúvo  
( ) Separado
- 4) Você mora com crianças?  
( ) Sim ( ) Não
- 5) Grau de instrução:  
( ) 1º grau incompleto ( ) superior incompleto  
( ) 1º grau completo ( ) superior completo  
( ) 2º grau incompleto ( ) pós graduação incompleto  
( ) 2º grau completo ( ) pós graduação completo  
( ) outro: \_\_\_\_\_
- 6) Atividade profissional  
( ) Estudante ( ) Autônomo  
( ) Func. público municipal ( ) Dona de casa  
( ) Func. público estadual ( ) Empresário  
( ) Func. público federal ( ) Aposentado  
( ) Outro: \_\_\_\_\_
- 7) Qual sua renda familiar mensal? (salário mínimo = R\$ 678,00)  
( ) 1 a 2 salários mínimos (R\$ 678,00 a R\$ 1.356,00)  
( ) > 2 a 5 salários mínimos (> R\$ 1.356,00 a R\$ 3.390,00)  
( ) > 5 a 10 salários mínimos (> R\$ 3.390,00 a R\$ 6.780,00)  
( ) > 10 a 20 salários mínimos (> R\$ 6.780,00 a R\$ 13.560,00)  
( ) > 20 salários mínimos (> R\$ 13.560,00)
- 8) Quem faz as compras de supermercado para sua casa?(**pode ser marcada mais de uma opção**)  
( ) você mesmo ( ) outro: \_\_\_\_\_
- 9) Com relação ao consumo de alimentos, por favor, **ENUMERE** o que mais te preocupa. (**1 = maior preocupação; 7 = menor preocupação**)  
( ) Alimentos com ( ) Alimentos contaminados por micro-  
agrotóxicos organismos  
( ) Alimentos transgênicos ( ) Alimentos contaminados por  
( ) Alimentos com aditivos produtos químicos  
químicos ( ) Outro: \_\_\_\_\_  
( ) Alimentos irradiados  
( ) Alimentos orgânicos

10) Marque a alternativa que melhor representa sua atitude diante de um novo alimento (alimento que você nunca viu) no mercado.

- Não provo, porque pode fazer mal à saúde       Espero outros provarem para depois provar  
 Não provo, porque posso não gostar       Provo, mas receio que não vá gostar  
 Não provo, porque já estou satisfeito com os que normalmente compro       Provo

11) Você sabe o que é irradiação?

- Sim       Não

12) Alguma vez você já ouviu falar sobre irradiação de alimentos?

- Sim       Não

13) Onde você ouviu falar sobre irradiação de alimentos?

- Televisão  
 Escola / faculdade  
 Internet  
 Jornal / revista  
 Outro: \_\_\_\_\_

14) Você sabe o que é irradiação de alimentos?

- Sim       Não

Em caso positivo, cite uma aplicação em alimentos:

\_\_\_\_\_

15) Quais fatos você associa à irradiação de alimentos? (**pode ser marcada mais de uma opção**)

- Chernobyl       Câncer  
 Césio / Goiânia       Inibição de brotamento  
 Redução de micro-organismos       Mutação  
 Radioatividade       Acidente nuclear  
 Conservação de alimentos       Outro: \_\_\_\_\_

16) Você já consumiu algum alimento irradiado?

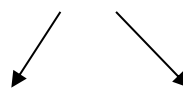
- Sim       Não sei       Não

17) Você compraria alimentos irradiados?

Sim

Não sei

Não



18) Você pagaria mais por alimentos irradiados?

Sim       Não sei       Não

19) Por que você não compraria alimentos irradiados? (**pode ser marcada mais de uma opção**)

Acredito que faz mal à saúde

Acredito que sua utilização pode causar danos ao meio ambiente

Acredito que seja caro

Acredito que alimentos irradiados não sejam naturais e prefiro alimentos naturais

Não me sinto seguro

Não sei o que é irradiação de alimentos

Não conheço as vantagens da irradiação de alimentos

Estou satisfeito com os alimentos não irradiados

Outro: \_\_\_\_\_

20) Você está preocupado com a utilização da irradiação em alimentos?

Sim

Não

21) Quais dos alimentos abaixo você consome ou já consumiu? (**pode ser marcada mais de uma opção**)

Mamão

Manga

Cebola

Batata

Produto com ingrediente irradiado 1

Produto com ingrediente irradiado 2

Produto com ingrediente irradiado 3

Produto com ingrediente irradiado 4

Produto com ingrediente irradiado 5

Produto com ingrediente irradiado 6