INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

Os efeitos da irradiação sobre as especiarias

MARCIA REGINA REGGIOLLI

**Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações.**

**Orientador:
Prof. Dr. Valter Arthur**

**São Paulo
2020**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

Os efeitos da irradiação sobre as especiarias

Versão Corrigida

Versão Original disponível no IPEN

MARCIA REGINA REGGIOLLI

**Tese apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Doutor em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Aplicações**

Orientador:

Prof. Dr Valter Arthur

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho,
para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte

Como citar:

REGGIOLLI, M. R. ***Os eleitos da irradiação sobre as especiarias***. 2020. 122 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo. Disponível em: (data de consulta no formato: dd/mm/aaaa)

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de geração automática da Biblioteca IPEN/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

<p>Reggiolli, Marcia Regina Os eleitos da irradiação sobre as especiarias / Marcia Regina Reggiolli; orientador Valter Arthur. -- São Paulo, 2020. 122 p.</p> <p>Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear (Aplicações) -- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2020.</p> <p>1. análise sensorial. 2. microrganismos. 3. segurança alimentar. 4. especiarias. I. Arthur, Valter, orient. II. Título.</p>

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autora: MARCIA REGINA REGGIOLLI

Título: Os efeitos da irradiação gama sobre as especiarias

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Ciências

Data: 29/6/2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Valter Artur
Instituição: IPEN/USP

Julgamento: Aprovada

Profª Drª Marta Helena Fillet Spoto
Instituição: ESALQ/USP

Julgamento: Aprovada

Profª. Drª Marcia Nalesso Costa Harder
Instituição: Faculdade de Tecnologia de Piracicaba

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr: Leonardo Gondim de Andrade e Silva
Instituição: IPEN/USP

Julgamento: Aprovada

*Ao meu filho, Alexandre. Que o meu
esforço sirva de inspiração para as suas
conquistas.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas graças e pela sustentação.

Ao meu orientador, Prof. Dr Valter Arthur, por ter me possibilitado a realização de mais um sonho e pela ajuda e compreensão durante todo o período de estudo.

À minha mãe, Amélia Malaguido Reggiolli, pela paciência, e ao meu filho, Alexandre Reggiolli Teixeira, pela dedicação, ensinamentos e pela disposição em me ajudar em momentos difíceis.

A todos os meus amigos e à Profa. Dra. Maria Helena Bernardo, que me estendeu a mão em um momento muito delicado da minha vida e tornou possível a minha chegada até aqui. Os meus sinceros agradecimentos.

Aos professores, aos funcionários e à diretoria da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba Deputado Roque Trevisan, um agradecimento especial e carinhoso.

Aos professores do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, o meu agradecimento pelo conhecimento e pela competência nas aulas.

Aos funcionários do Irradiador Multipropósito do CETER, que foram muito atenciosos e prontamente responderam às minhas necessidades.

Aos funcionários da secretaria de Pós-Graduação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, pelo excelente atendimento e pela atenção a todas as minhas solicitações.

Finalmente, a todos que, de alguma maneira, colaboraram para o desenvolvimento e a realização desta tese.

“O real não está no início nem no fim, ele se mostra pra gente é no meio da travessia.”

(Guimarães Rosa –
Grande Sertão: Veredas)

RESUMO

REGGIOLLI, M. R. ***Os efeitos da irradiação sobre as especiarias***. 2020. 120 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

As especiarias são consideradas produtos constituídos de partes comestíveis de várias espécies de vegetais, como raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes e talos. A irradiação de alimentos, um processo físico de emissão e propagação de energia, tem sido empregada com a finalidade de esterilizar ou preservar os alimentos a partir da destruição de microrganismos, parasitas, insetos e outras pragas. O presente estudo tem por objetivo avaliar a ação de diferentes doses de irradiação sobre as especiarias salsa, cebolinha e coentro *in natura* no que tange à eliminação de microrganismos e às alterações de suas características sensoriais. As especiarias foram submetidas a três diferentes doses de radiação (2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy), a fim de verificar qual a dose que seria capaz de esterilizar o material que apresentava contaminação microbiana elevada. Analisou-se a presença de *Salmonella* spp, *Shigella* spp e Coliformes termotolerantes e totais, conforme dispõe a legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Para análise sensorial utilizou-se os testes de aceitação e intenção de compra e a escala *Just About Right* (JAR) de 5 pontos. As amostras do coentro irradiado foram as que obtiveram as piores avaliações no que se refere a aceitação e intenção de compra. No tocante à impressão global, a maioria dos provadores julgou a amostra de cebolinha e de salsa dentro dos escores hedônicos de aceitação, o mesmo não ocorrendo com o coentro, que apresentou grande rejeição. Pôde-se verificar que tanto o aroma quanto a cor penalizaram a média dos escores hedônicos de aceitação de forma negativa. A dose de radiação com 5,0 kGy foi eficiente na descontaminação microbiana das especiarias estudadas. Entretanto, alterações químicas promovidas pelo processo de irradiação nas especiarias foram percebidas pelos provadores na análise sensorial. Esse fato pode ter sido agravado pela utilização de especiarias *in natura* com baixa tolerância às doses de irradiação aplicadas neste trabalho.

Palavras-chave: análise sensorial; microrganismos; segurança alimentar, especiarias.

ABSTRACT

REGGIOLLI, M. R. *The effects of irradiation on spices*. 2020. 120 p. Thesis (Doctorate in Nuclear Technology) - Institute of Energy Research and Nuclear - IPEN-CNEN/ SP. São Paulo.

Spices are considered to be products made up of edible parts of various species of vegetables, such as roots, rhizomes, bulbs, bark, leaves, flowers, fruits, seeds and stems. Food irradiation, a physical process of emission and propagation of energy, has been used for the purpose of sterilize or preserve food from the destruction of microorganisms, parasites, insects and other pests. The present study aims to evaluate the action of different doses of irradiation on the spices parsley, chives and fresh coriander with respect to the elimination of microorganisms and changes of their sensory characteristics. The spices were subjected to three different irradiation doses (2.5 kGy, 5.0 kGy and 7.5 kGy), in order to verify which dosimetry would be able to sterilize material that had contamination high microbial. The presence of *Salmonella* spp, *Shigella* spp and Thermotolerant and total coliforms, was verified according to the legislation of the Agency National Health Surveillance. For sensory analysis, the tests of acceptance and purchase intention and the Just About Right (JAR) scale of 5 points were used. The samples of irradiated coriander were those that obtained the worst evaluations in the which refers to acceptance and purchase intention. Regarding the global impression, the Most tasters judged the sample of chives and parsley within the hedonic acceptance scores, not the same with coriander, which showed great rejection. It was possible to verify that both the aroma and the color penalized the average of hedonic acceptance scores in a negative way. The irradiation dose with 5.0 kGy was efficient in the microbial decontamination of studied spices. However, chemical changes promoted by the irradiation treatment in spices was noticed by the tasters in the sensory analysis. This fact may have been aggravated by the use of spices in natura with low tolerance to the irradiation doses applied in this work.

Keywords: sensory analysis; microorganisms; food security, spices.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Cebolinha.....	35
Figura 2 – Coentro.....	36
Figura 3 – Salsa.....	36
Figura 4 – Diagrama do processo de higienização das amostras	41
Figura 5 – Material embalado para a irradiação	43
Figura 6 – Irradiador Multipropósito do Centro de Tecnologia das Radiações (IPEN-CNEN/USP).....	43
Figura 7 – Dosímetro Gammachrome YR Batch 530 nm	43
Figura 8 – Procedimentos da inoculação aplicada para cada amostra de alimento sólido sem irradiação – controle....	46
Figura 9 – Procedimentos da inoculação aplicada para cada amostra de alimento sólido irradiada.....	4
Figura 10 – Análise microbiológica das salsas colônias não características de coliformes totais na amostra irradiada com dose de 7,5 kGy.....	55
Figura 11 – Análise microbiológica do coentro apresentando colônias não características de coliformes totais na amostra irradiada com dose de 7,5 kGy.....	56
Figura 12 – Análise microbiológica do coentro apresentando colônias não características de coliformes termotolerantes na amostra irradiada com dose de 7,5 kGy	57
Figura 13 – Análise microbiológica da cebolinha apresentando colônias não características de coliformes termotolerantes na amostra irradiada com dose de 5,0 kGy	59
Figura 14 – Apresentação das amostras de especiarias para os provadores para a análise sensorial	64
Figura 15 – Amostras de salsa controle e irradiadas.....	66

Figura 16 – Amostras de cebolinha controle e irradiadas.....	68
Figura 17 – Amostras de coentro controle e irradiadas	71

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 – Fonte de irradiação recomendadas pela FAO/OIEA/OMS e <i>Codex Alimentarius</i>	26
Quadro 2 – Caracterização das famílias botânicas da salsa, da cebolinha e do coentro	33
Quadro 3 – Padrão de referência para a análise dos resultados microbiológicos das amostras de especiarias, segundo a RDC nº 12/2001	44
Quadro 4 – Ficha de teste sensorial.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1 – Histograma da distribuição da frequência da aceitação de acordo com a análise sensorial dos provadores (n=120) das especiarias estudadas	63
Gráfico 2 – Histograma da distribuição da intenção de compra dos provadores referente à salsa controle e às irradiadas ..	65
Gráfico 3 – Histograma da distribuição da frequência da intenção de compra dos provadores referente à cebolinha controle e às irradiadas	67
Gráfico 4 – Histograma da distribuição da frequência da intenção de compra dos provadores referente ao coentro controle e aos irradiados.....	69
Gráfico 5 – Histograma de frequência (%) dos escores hedônicos da salsa controle e das irradiadas dos provadores para a impressão global.....	73
Gráfico 6 – Histograma de frequência (%) dos escores hedônicos da cebolinha controle e das irradiadas dos provadores para a impressão global	74
Gráfico 7 – Histograma de frequência (%) dos escores hedônicos do coentro controle e dos irradiados dos provadores para a impressão global	75
Gráfico 8 – Histograma da distribuição da frequência dos julgamentos dos atributos cor e aroma dos provadores (n=120) sobre a especiaria salsa irradiada com 2,5 kGy, de acordo com a escala JAR.....	79
Gráfico 9 – Histograma de distribuição da frequência da escala JAR para a salsa irradiada com 2,5 kGy	80
Gráfico 10 – Efeitos na média <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da salsa irradiada com 2,5 kGy	81

Gráfico 11 –	Histograma da distribuição da frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da especiaria salsa irradiada com 5,0 kGy	83
Gráfico 12 –	Histograma de distribuição da frequência da escala JAR para a salsa irradiada com 5,0 kGy	84
Gráfico 13 –	Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da salsa irradiada com 5,0 kGy	85
Gráfico 14 –	Histograma da distribuição da frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da especiaria salsa irradiada com 7,5 kGy	87
Gráfico 15 –	Histograma de distribuição da frequência da escala JAR para a salsa irradiada com 7,5 kGy	88
Gráfico 16 –	Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da salsa irradiada com 7,5 kGy	89
Gráfico 17 –	Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da cebolinha irradiada com 2,5 kGy	90
Gráfico 18 –	Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para a cebolinha irradiada com 2,5 kGy	91
Gráfico 19 –	Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da cebolinha irradiada com 2,5 kGy	93
Gráfico 20 –	Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da cebolinha irradiada com 5,0 kGy	94
Gráfico 21 –	Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para a cebolinha irradiada com 5,0 kGy	95

Gráfico 22 –	Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da cebolinha irradiada com 5,0 kGy	96
Gráfico 23 –	Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da cebolinha irradiada com 7,5 kGy	97
Gráfico 24 –	Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para a cebolinha irradiada com 7,5 kGy	98
Gráfico 25 –	Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da cebolinha irradiada com 7,5 kGy	99
Gráfico 26 –	Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito do coentro irradiado com 2,5 kGy .	101
Gráfico 27 –	Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para o coentro irradiado com 2,5 kGy	102
Gráfico 28 –	Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma do coentro irradiado com 2,5 kGy	103
Gráfico 29 –	Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos atributos aroma e cor a respeito do coentro irradiado com 5,0 kGy	105
Gráfico 30 –	Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para o coentro irradiado com 5,0 kGy	106
Gráfico 31 –	Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma do coentro irradiado com 5,0 kGy	107
Gráfico 32 –	Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito do coentro irradiado com 7,5 kGy .	108
Gráfico 33 –	Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para o coentro irradiado com 7,5 kGy	109

Gráfico 34 – Efeitos na média hedônica <i>versus</i> porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma do coentro irradiado com 7,5 kGy.....	110
---	------------

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Resultados da análise microbiológica da salsa com e sem tratamento de irradiação	54
Tabela 2 – Resultados da análise microbiológica do coentro com e sem tratamento de irradiação	56
Tabela 3 – Resultados da análise microbiológica da cebolinha com e sem tratamento de irradiação	58
Tabela 4 – Distribuição por faixa etária dos provadores da análise sensorial.....	61
Tabela 5 – Distribuição do grau de escolaridade dos provadores da análise sensorial	62
Tabela 6 – Distribuição da frequência do consumo das especiarias pelos provadores	63
Tabela 7 – Resumo e classificação da intenção de compra da especiaria salsa controle e irradiadas.....	66
Tabela 8 – Resumo e classificação da intenção de compra da especiaria cebolinha controle e irradiadas.....	68
Tabela 9 – Resumo e classificação da intenção de compra da especiaria coentro controle e irradiadas.....	70
Tabela 10 – Escores médios das intenções de compra das especiarias controle e irradiadas.....	71
Tabela 11 – Escores médios da impressão global das especiarias controle e irradiadas	76
Tabela 12 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria salsa irradiada com 2,5 kGy.....	77
Tabela 13 – Tabela de penalidades da salsa irradiada com 2,5 kGy...	81
Tabela 14 – Matriz de correlação dos atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria salsa irradiada com 5,0 kGy.....	82

Tabela 15 –	Tabela de penalidades da salsa irradiada com 5,0 kGy...	85
Tabela 16 –	Matriz de correlação dos atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria salsa irradiada com 7,5 kGy	86
Tabela 17 –	Tabela de penalidades da salsa irradiada com 7,5 kGy...	88
Tabela 18 –	Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria cebolinha irradiada com 2,5 kGy	90
Tabela 19 –	Tabela de penalidades da cebolinha irradiada com 2,5 kGy	92
Tabela 20 –	Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a cebolinha irradiada com 5,0 kGy	93
Tabela 21 –	Tabela de penalidades da cebolinha irradiada com 5,0 kGy	95
Tabela 22 –	Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a cebolinha irradiada com 7,5 kGy	96
Tabela 23 –	Tabela de penalidades da cebolinha irradiada com 7,5 kGy	99
Tabela 24 –	Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para o coentro irradiado com 2,5 kGy.....	100
Tabela 25 –	Tabela de penalidades do coentro irradiado com 2,5 kGy	103
Tabela 26 –	Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para o coentro irradiado com 5,0 kGy.....	104
Tabela 27 –	Tabela de penalidades do coentro irradiado com 5,0 kGy..	106
Tabela 28 –	Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para o coentro irradiado com 7,5 kGy	108
Tabela 29 –	Tabela de penalidades do coentro irradiado com 7,5 kGy..	110

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPF	Boas Práticas de Fabricação dos Alimentos
CNA	Confederação Nacional da Agricultura (CNA)
CETER	Centro de Tecnologias das Radiações
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DTA	Doenças Transmitidas pelos Alimentos
FAO	<i>Food and Agriculture Administration</i>
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICGFI	<i>International Consultative Group on Food Irradiation</i>
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
OIEA	Organismo Internacional de Energia Atômica
OMS	Organização Mundial da Saúde
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UFC	Unidades Formadoras de Colônia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	DESENVOLVIMENTO.....	25
2.1	Objetivos.....	25
2.1.1	Objetivo geral	25
2.1.2	Objetivos específicos.....	25
2.2	Revisão bibliográfica.....	25
2.2.1	Irradiação.....	25
2.2.2	Especiarias	28
2.2.3	A botânica e as especiarias	32
2.2.3.1	Cebolinha	34
2.2.3.2	Coentro.....	35
2.2.3.3	Salsa.....	36
2.2.4	Análise sensorial	36
3	MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1	Preparo dos materiais	41
3.1.1	Tratamentos	41
3.1.1.1	Preparo das amostras em laboratório.....	41
3.1.1.2	Tratamento por irradiação	42
3.1.2	Análise microbiológica das amostras controle (testemunhas)	44
3.1.2.1	Preparo da amostra	44
3.1.2.1.1	Diluição seriada	44
3.1.2.1.2	Inoculação e incubação	45
3.1.3	Análise microbiológica das amostras irradiadas	46
3.1.3.1	Preparo da amostra	46
3.1.3.1.1	Inoculação e incubação	46
3.1.4	Análise sensorial	47
3.1.4.1	Delineamento do teste.....	48
3.1.4.1.1	Análise estatística.....	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1	Análises microbiológicas	54

4.2	Análise sensorial	61
4.2.1	Caracterização da amostra de provadores.....	61
4.2.1.1	Resultados estatísticos da análise sensorial	62
4.2.1.2	Interpretação dos resultados do <i>penalty analysis</i>	77
5	CONCLUSÃO	115
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

1 INTRODUÇÃO

Salsa (*Petroselinum sativum Hoffm.* ou *Petroselinum crispum Mill.*), cebolinha (*Allium schoenoprasum L.*) e coentro (*Coriandrum sativum L.*) são consideradas especiarias, produtos constituídos de partes comestíveis de vários tipos de vegetais, como raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes e talos. Costumeiramente são utilizadas em pratos gastronômicos ou culinários para adicionar propriedades sensoriais de sabor ou aroma aos alimentos e bebidas (BRASIL, 2002).

Cabe mencionar que conceituar especiarias, ervas aromáticas e condimentos não é uma tarefa fácil, pois, na literatura, há um grande número de definições de diversos autores, nas quais não é feita distinção entre eles de maneira clara e precisa, motivo pelo qual é muito comum considerá-los sinônimos. Nesse sentido, o presente trabalho usará a definição apresentada na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 275/2002 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2002).

A indústria de alimentos processados e ultraprocessados, além das citadas especiarias, também se utiliza do sal, de outros aditivos e de corantes químicos ou de outras especiarias para conferir sabor adicional aos seus produtos, por exemplo, *snacks* e macarrão instantâneo, e no preparo de pratos tradicionais da culinária nacional e internacional, como *stroganoff*, lasanha e pizza.

Além dos aspectos sensoriais, as especiarias possuem propriedades nutricionais e compostos bioativos, atividade antimicrobiana e poucas calorias (CANELLA et al., 2018), o que por si só justificariam seu estudo.

Porém, há outros aspectos que devem ser levados em consideração no momento da decisão sobre usá-las ou não para o preparo dos alimentos e/ou bebidas, especialmente quanto à segurança alimentar sob o ponto de vista microbiológico, o que reforça a utilização das especiarias como objeto de estudo da presente tese, além do fato de serem utilizadas para o estudo *in natura*, pois não há na literatura da área estudos que utilizam essas especiarias em sua forma natural para a irradiação.

Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o consumo *per*

capita das especiarias analisadas é de 217 g anuais, mercado que se apresenta com potencial para crescimento e de importância para muitos produtores rurais (IBGE, 2011).

Para o agronegócio, essas especiarias são consideradas hortaliças, cujo cultivo é amplo e gera lucro ao País. Assim, num estudo da Confederação Nacional da Agricultura (CNA), mostrou-se que foram produzidas 17,9 mil toneladas de hortaliças num total de 752 mil hectares plantados, o que resultou em 23,2 bilhões de reais brutos em valor da produção. Embora esses produtos sejam provenientes basicamente da agricultura familiar, os dados reforçam sua importância no cenário do agronegócio brasileiro (CNA, 2017).

Em relação ao impacto social e econômico do agronegócio, Melo (2007) apresenta dados sobre as transformações do setor e a expectativa dos consumidores das hortaliças. O autor destaca a busca dos consumidores por qualidade, conveniência, alimento saudável e seguro, além de novas experiências por meio de novidades a serem lançadas pelo setor.

Portanto, para esse autor, há necessidade de o setor modernizar-se, pois tanto o mercado abastecedor quanto o consumidor têm observado os seguintes fatores: mudanças no hábito de consumo; busca pela segurança do alimento e pela rastreabilidade¹; aumento da participação das redes de supermercados e dos varejões; inovação tecnológica.

Principalmente o comércio varejista desses produtos tem procurado diversificar o setor oferecendo aos consumidores áreas de demonstração mais atraentes, coloridas e que despertem os cinco sentidos humanos, e isso estimula o consumo mediante um festival de cores, sabores e odores, além de saúde e segurança.

No caso da salsa, da cebolinha e do coentro, a busca do consumidor por um alimento seguro passa pelas suas condições de produção, tratamento e comercialização.

Os métodos de produção, conservação e comercialização dos alimentos, aqui incluindo as especiarias, devem garantir e preservar as características sensoriais e a aplicação segura do ponto de vista microbiológico tanto na indústria quanto na gastronomia. Esses métodos devem, ainda, garantir

¹ Rastreabilidade significa que, dependendo da empresa, por meio da embalagem você consegue chegar até o local do produtor, por exemplo, a fazenda, o sítio, entre outros.

que as aplicações das especiarias na culinária e na indústria sejam capazes de alcançar os seguintes objetivos:

- a. realçar sabor, aroma, estimular o apetite e a aparência dos alimentos;
- b. preservar o valor nutricional e medicinal;
- c. ser seguro para a saúde dos consumidores e para os manipuladores dos alimentos.

Diante desses aspectos, a irradiação pode ser considerada uma alternativa à redução da carga microbiana das especiarias analisadas, um método de conservação seguro e de fácil aplicação que, dependendo da dose de aplicação, pode ser considerado eficaz. Porém, é importante que certas perguntas sobre essa questão sejam feitas: qual seria essa dose? Que efeitos a irradiação dos alimentos provoca nas características sensoriais das especiarias e na sua aparência geral desses alimentos? Se porventura houver alterações na cor, odor e na aparência geral dos produtos, serão perceptíveis e aceitáveis pelo consumidor?

Uma dose de radiação capaz de eliminar a maioria dos contaminantes microbiológicos existentes na salsa, na cebolinha e no coentro garantiria aos consumidores, indústria e a todos que se utilizam bastante dessas especiarias um alimento mais seguro. Isso poderia até mesmo eliminar alguma etapa no processamento delas nas indústrias e unidades produtoras de refeições, o que economizaria tempo e reduziria custos com mão de obra e produtos para desinfecção².

No próximo capítulo, apresenta-se os objetivos geral e específicos da pesquisa que norteiam o caminho a ser trilhado em busca das respostas para as perguntas colocadas nesta introdução. Aborda-se ainda a revisão bibliográfica sobre os conceitos de irradiação e sobre as especiarias analisadas neste estudo.

² Desinfecção: operação por meio físico ou químico de redução parcial do número de microrganismos patogênicos ou não situados fora do organismo humano, e não necessariamente matando os esporos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo geral avaliar a ação de diferentes doses de radiação sobre as especiarias salsa, cebolinha e coentro no que concerne à eliminação de microrganismos e às características sensoriais (cor e aroma) das amostras.

2.1.2 Objetivos específicos

- a. determinar a contaminação bacteriana inicial presente nas especiarias *in natura*;
- b. verificar a dose de radiação necessária para a descontaminação das amostras com *Salmonella* spp, *Shigella* spp e Coliformes termotolerantes e totais;
- c. estudar a dose ideal para substituir os produtos químicos utilizados para a desinfecção das especiarias *in natura*;
- d. identificar se há alterações sensoriais em relação aos atributos, à cor e ao aroma após a irradiação;
- e. verificar a aceitabilidade dos produtos irradiados por um grupo de provadores.

2.2 Revisão bibliográfica

2.2.1 Irradiação

Define-se irradiação de alimentos como um processo físico de emissão e propagação de energia de um ponto a outro no espaço ou num meio material, com a finalidade de esterilizá-los ou preservá-los pela destruição de

microrganismos, parasitas, insetos e outras pragas (GERMANO P.; GERMANO M., 2015).

A irradiação de alimentos, apesar de pouco conhecida pelos consumidores brasileiros, tem consolidada, na literatura científica, sua segurança e seus benefícios. É importante destacar que, como em qualquer outra atividade, quando realizada dentro de padrões preestabelecidos de qualidade e segurança, não apresenta nenhum risco à saúde de consumidores e de colaboradores que atuam nos processos operacionais.

Para Ordóñez (2005), ao observar esses aspectos, um Comitê Misto de Especialistas em Irradiação de Alimentos da *Food and Agriculture Administration* (FAO)/Organismo Internacional de Energia Atômica (OIEA)/*International Atomic Energy Agency* (IAEA)/Organização Mundial da Saúde (OMS) e da *Codex Alimentarius*, decidiu, em 1980, recomendar como fontes de irradiação de alimentos aquelas com níveis muito baixos de energia, similares às apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Fonte de irradiação recomendadas pela FAO/OIEA/OMS e Codex Alimentarius

Fonte	Energia (MeV)
Raios gama de radionuclídeos	
60 Co	1,25
137 Cs	0,66
Raios X gerados em aceleradores	
Elétrons gerados em aceleradores	< ou igual 10

Fonte: Ordóñez (2005).

Cabe ressaltar o papel econômico e social desse método para a conservação e preservação dos alimentos, o que vem ao encontro do padrão de consumo vivido pela sociedade atual, que busca, em um alimento, qualidade do ponto de vista nutricional, de saúde e microbiológico. Ou seja, os alimentos devem promover a segurança alimentar e evitar a ocorrência de doenças por eles transmitidas (DTA) (MODANEZ, 2012).

Para Fellows (2006, p. 453), a técnica de irradiação apresenta determinadas vantagens, as quais são descritas a seguir:

- I. Pouco ou nenhum aquecimento dos alimentos, portanto as alterações sensoriais nos alimentos são pequenas.*
- II. Alimentos embalados e congelados podem ser submetidos à esta técnica.*
- III. Alimentos frescos ou in natura podem ser conservados em uma única operação e sem o uso de conservantes químicos.*
- IV. A energia requerida é muito baixa.*
- V. As alterações na composição nutricional do alimento são compatíveis com as de outros métodos.*
- VI. A processo é controlado automaticamente, e o custo operacional é reduzido.*

Porém, esse autor destaca o custo altode investimento para a implantação de uma planta de irradiação e as questões relacionadas à segurança dos operadores e ao desconhecimento da técnica pela população em geral, o que gera rejeição por parte da população.

Segundo o *International Consultive Group on Food Irradiation* (ICGFI, 2002), em português, Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiação de Alimentos, os benefícios da irradiação podem ser resumidos em: segurança alimentar, eliminação de bactérias, fungos, redução do desperdício de alimentos, aumento da vida de prateleira, preservação dos nutrientes, redução das perdas pós-colheita, inclusive redução no uso de agrotóxico para controle de pragas no plantio, técnicas de cultivo e eliminação de insetos.

Cerca de 40 países têm usado a irradiação de alimentos como método de conservação e preservação deles, a fim de oferecer segurança alimentar à população, entre eles, Estados Unidos, Japão, China, Holanda, Rússia e França. Quanto aos irradiadores, existem 160 deles no mundo, dos quais 140 estão em funcionamento para a irradiação de alimentos (LADEIRA,1999).

No Brasil, poucas empresas prestam esse tipo de serviço, mas o consumidor brasileiro já tem nas gôndolas dos supermercados produtos com alimentos irradiados, é só correr os olhos nos salgadinhos e nos macarrões instantâneos para observar que, no rótulo deles, aparecerá a seguinte informação: “Alimento tratado por processo de radiação”, o que aliás está de acordo com a legislação brasileira.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 21, de 26 de janeiro de 2001(BRASIL, 2001), da ANVISA e o Decreto nº 72.718, de 29 de agosto de 1973 (BRASIL, 1973), normatizam o uso da irradiação ionizante no país, com objetivo de

garantir a qualidade sanitária dos alimentos e um padrão de qualidade e identidade, bem como, a inocuidade para o consumo humano do alimento irradiado.

A legislação brasileira não especifica quais alimentos podem ser irradiados. Países como a China e os Estados Unidos, por exemplo, irradiam frutas frescas, especiarias e temperos, alho, cebola, carnes e peixes.

2.2.2 Especiarias

O presente trabalho tem por objeto de estudo um dos grupos de alimento, as chamadas especiarias, cujo mercado, de acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2012), tem crescido ao longo dos anos devido a vários fatores, entre os quais podem ser destacados estes:

- a. melhores condições econômicas da população;
- b. valorização desse grupo de alimentos pelo setor industrial por razões sensoriais e como antioxidante natural;
- c. crescimento do segmento de mercado da alimentação fora do lar;
- d. busca do consumidor por sabores alternativos e diferentes nas refeições e nos pratos culinários, ou seja, a busca pela sensorialidade;
- e. valorização da gastronomia, harmonização entre ela e bebidas aromáticas e valorização de ingredientes regionais.

O SEBRAE (2012) também ressalta que o mercado desses produtos mostra um forte potencial de crescimento nos próximos anos de 30% ao ano, enquanto o mercado convencional cresce 2% ao ano.

Portanto, percebe-se a valorização da gastronomia com a inclusão das especiarias no realce do sabor dos pratos e na inovação para a área. O Brasil caracteriza-se por ser um país de dimensões continentais, com grande variação de etnias, religiões e raças que integram pessoas e culturas de vários países, o que fez de sua gastronomia, entre outras coisas, ser rica e com sabores variados, diferentes, exóticos, atraentes e que se misturam de uma forma extraordinária agradando a todos os paladares.

Encontra-se com facilidade no Brasil, além da culinária regional, pratos da culinária japonesa, árabe e libanesa, italiana, espanhola, mexicana, francesa, indiana e tailandesa, por exemplo.

Cada região do país identifica-se com uma série de pratos e práticas culinárias que envolvem em sua preparação uma grande e variada quantidade de ingredientes, entre eles, os condimentos e as especiarias.

É comum em cada preparação culinária haver salsa, cebolinha, orégano, cebola, alho, manjeriço, *curry*, pimenta, tomilho, gengibre, cominho, alecrim, salsa, alho porró, cravo, cúrcuma, cogumelos, estragão, gergelim, entre tantos outros. Esses produtos são conhecidos como temperos, condimentos e especiarias. Conforme cita Gomesoro (1999), condimento é um ingrediente adicionado à comida para melhorar ou intensificar o sabor e aroma.

Para Araújo et al. (2014), os temperos são substâncias que realçam o sabor natural dos alimentos ou criam sabores em uma preparação culinária.

Philippi (2003) relata que os temperos, as ervas aromáticas e as especiarias são conhecidas há muito tempo e utilizados na alimentação humana desde que se descobriram as transformações que os alimentos poderiam sofrer por meio da cocção e do desenvolvimento da arte culinária. Podem ser utilizados secos ou frescos em preparações doces e salgadas, bem como adicionados às preparações no início, meio ou final dos processos. Segundo a autora, as ervas aromáticas são as folhas de plantas secas ou frescas, e as especiarias são as partes aromáticas (rebentos, frutos, bagas, raízes ou cascas).

As ervas aromáticas e especiarias possuem uma diversificação de sabores, odores e cores, importantes sob o ponto de vista sensorial e nutricional, pois podem colaborar para a redução de sal nos alimentos processados e na culinária, com o intuito de promover saúde e qualidade de vida mediante uma alimentação saudável e com palatabilidade (RIVERA et al., 2006; TAPSELL et al., 2006).

Além disso, podem ser utilizadas no lugar do sal com o intuito de fornecer paladar agradável e na preservação dos alimentos, evitando-se a deterioração deles causada por microrganismos (KRISHNAMOORTHY e REMA, 2010). Esses autores relatam ainda a função antioxidante das especiarias, que é retardar a oxidação de proteínas e lipídeos, e isso é importante para a manutenção das características sensoriais e das propriedades nutricionais do alimento.

Estudos identificam que as especiarias podem evitar a oxidação dos alimentos, combatendo a formação de radicais livres e moléculas reativas de oxigênio. Especiarias como tomilho, orégano, coentro, sálvia, por exemplo, foram identificadas como capazes de propiciar estabilidade oxidativa, pois apresentam compostos fenólicos que lhe conferem essa propriedade (HINNEBURG; DORMANA; HILTUNEN, 2006).

Os antioxidantes naturais são encontrados em raízes, sementes, vegetais e frutas. Entretanto, a busca por novos antioxidantes é realizada principalmente em ervas e especiarias. O alecrim e a sálvia são os mais difundidos, porém já foi demonstrado que orégano, tomilho, gengibre, cravo, manjerona, dentre outros, também possuem atividade antioxidante (MARIUTTI et al., 2008).

De acordo com Juntachote et al. (2006), embora os antioxidantes naturais apresentem diversos aspectos positivos, efeitos adversos atribuídos à cor e ao sabor podem limitar seu uso.

Guerra e Lajolo (2005), em seus estudos sobre as especiarias, destacam a importância desses alimentos como poderosos antioxidantes naturais capazes de combater os radicais livres e prevenir as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT). Estima-se que 74% das mortes no Brasil são decorrentes de tais enfermidades (BRASIL, 2012). Os autores acrescentam ainda que a indústria de processamentos dos alimentos se utiliza de antioxidantes sintéticos, principalmente a lipídica, para minimizar as alterações decorrentes do processo de oxidação dos alimentos que prejudicam as características sensoriais, funcionais e nutricionais deles.

Observa-se alterações de sabor e solubilidade nos produtos em que há emprego dos antioxidantes sintéticos, além do aspecto referente à toxicidade. É do conhecimento das empresas a toxicidade desses compostos, e isso impacta diretamente e de forma negativa a imagem daquelas que os utilizam, pois atualmente existe a valorização e a busca constante dos consumidores por produtos mais naturais e que não causem problemas e agravos à saúde (JUNTACHOTE et al., 2006).

Referindo-se ainda à oxidação lipídica, Erickson (2008) afirma que ela é a responsável pela produção de odores e sabores desagradáveis, redução do tempo de vida útil do alimento e degradação de ácidos graxos essenciais, além da destruição de vitaminas e proteínas presentes nos alimentos.

Convém destacar a importância das especiarias em relação à composição nutricional e à promoção da saúde, uma vez que são fornecedoras de fibras, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas, bem como compostos voláteis e bioativos (RAGHAVAN, 2007).

Segundo Pereira e Santos (2013), a natureza nos deu uma série de especiarias. Porém, apesar das dimensões continentais do Brasil e de seu solo rico e fértil, nem todas são produzidas internamente, algumas são importadas, entre elas, pode-se destacar as abaixo relacionadas:

- a. folhas: capim-limão, cidreira, alecrim, manjerona, orégano, manjerição, hortelã, salsa, louro, vinagreira, cebolinha e salsa;
- b. flores: cravo-da-índia, açafraão, lavanda e flor de laranjeira;
- c. frutos: pimentas, anis-estrelado, tamarindo e pimentão;
- d. baguinhas: aroeira e zimbro;
- e. óleos: coco, gergelim, oliva e dendê;
- f. resinas: mirra;
- g. raízes: cúrcuma e gengibre;
- h. galhos ou cascas de árvores: canela;
- i. bulbos: alho, cebola e funcho;
- j. talos: aipo;
- k. sementes e grãos: coentro, cominho, erva-doce e gergelim;
- l. nozes: noz-moscada.

Conforme citado anteriormente, para o presente estudo, utilizou-se as seguintes especiarias: salsa, cebolinha e coentro.

A determinação pelo uso dessas especiarias como referência se deve ao fato de elas serem utilizadas em diversas preparações gastronômicas, principalmente na culinária brasileira, pela indústria alimentícia como antioxidantes e pela importância comercial, tudo isso aliado a uma técnica de conservação a frio, que é o caso da irradiação.

Ademais, outro aspecto a ser considerado para o estudo das especiarias é o microbiológico. Germano P. e Germano M. (2015) relatam que análises microbiológicas realizadas numa indústria de especiarias e condimentos localizada no interior do estado de São Paulo revelaram que 15,4% das amostras analisadas estavam fora dos padrões da legislação brasileira. Para os autores, isso representa um risco para a saúde dos consumidores, que podem ser acometidos

pelas DTA, e isso pode comprometer sua produtividade, renda e vida social, e para as indústrias alimentícias, que comprem desse fornecedor e, caso aconteça algum problema relacionado à qualidade de seus produtos, podem ter a confiança e a credibilidade de seus consumidores afetadas.

Na gastronomia, muitos profissionais que atuam na área se utilizam das especiarias para todos os fins anteriormente citados. Alguns deles acrescentam as especiarias no final das preparações, sem observar as devidas práticas adequadas de higiene de desinfecção. Desse modo, caso haja uma contaminação desses produtos e não haja mais cocção, pode ser que o alimento que está sendo preparado se contamine pelos microrganismos presentes nas especiarias.

Portanto, a irradiação das especiarias poderia contribuir para a melhoria da qualidade de produtos alimentício e das preparações gastronômicas assim sendo ter um maior controle dos riscos e perigos envolvidos na preparação dos alimentos.

Molins (2001) explica que a irradiação é essencial para a descontaminação microbiológica das especiarias, pois são importantes para o comércio internacional, e que, em geral, as condições de higiene da região refletem na qualidade delas. O autor ressalta que há um número grande de microrganismos que contaminam esses produtos e afetam a composição dos produtos alimentícios, e isso causa as DTA. Ainda conforme esse autor, a contaminação das especiarias por bactérias e fungos pode ter várias causas, entre elas, poeira, insetos, material fecal humano e animal e água usada no processo de irrigação em seu cultivo.

A irradiação pode colaborar para que as empresas e consumidores tenham segurança, respectivamente, naquilo que produzem e no que consomem. Tal método de conservação pode ser utilizado para eliminar a maioria dos microrganismos dos alimentos, com a certeza de o resultado ser favorável e com menor custo. É o mais limpo de todos os processos de redução de carga microbiana, esterilização e vida de prateleira (LADEIRA,1999)

2.2.3 A botânica e as especiarias

Norman (2012) cita que as ervas são consideradas plantas de regiões temperadas, já as especiarias são cultivadas e encontradas nos trópicos. As ervas são caracterizadas como de cor verde e sabor sutil, diferentemente das especiarias

que possuem uma coloração que vai do marrom ao vermelho, sabor marcante e pungente devido aos óleos voláteis presentes nas plantas.

As especiarias diferem entre si, sendo que algumas espécies apresentam mais de uma parte como condimentos, por exemplo, o coentro, que fornece suas folhas para temperar vários pratos e suas sementes podem ser trituradas e usadas na culinária.

Segundo Pereira e Santos (2013), existem três famílias botânicas de importância para as ervas aromáticas: Apiaceae, Asteraceae e Lamiaceae. O Quadro 2 apresenta a caracterização e as diferenças de cada família.

Quadro 2 – Caracterização das famílias botânicas da salsa, da cebolinha e do coentro

Item	Família Apiaceae	Família Asteraceae	Família Lamiaceae
Definição	É uma família de plantas aromática, com o caule oco.	A palavra Asteraceae vem do gênero <i>Aster</i> , que, em latim, significa “estrela”, uma alusão à forma estrelada de sua inflorescência. Também conhecida por <i>Compositaceae</i> ou compostas.	São ervas, arbustos ou árvores de distribuição cosmopolita, porém têm como centros de origem as regiões mediterrânicas, o Oriente Médio e as montanhas subtropicais. Destina-se para uso cosmético, condimentar, aromático e/ou medicinal.
Quantidade de gêneros e espécies	São 300 gêneros, com mais de 3.000 espécies.	1.620 gêneros, com mais de 23.600 espécies.	De 236 a 258 gêneros e de 6.970 a 7.193 espécies. No Brasil, são cerca de 23 gêneros e 232 espécies nativas.
Caracterização	Caracteriza-se por flores, são pequenas e possuem simetria radial com cinco sépalas, cinco pétalas e cinco estames. Estão dispostas numa inflorescência em forma de umbela, daí o seu anterior nome de Umbelliferaceae. O sabor dessas plantas é acentuado tanto nas folhas quanto nas sementes e são usadas como condimento.		Apresentam folhas simples, opostas ou verticiladas, com limbo inteiro, denteado, lobado ou partido, revestidas de pelos glandulares que, normalmente, secretam essências aromáticas. As flores podem ser pequenas ou grandes, geralmente vistosas, e os ramos jovens normalmente são tetragonulares. São hermafroditas, diclamídeas, pentâmeras e bilabiadas. (continua)

(continuação)

Item	Família Apiaceae	Família Asteraceae	Família Lamiaceae
Espécies conhecidas	<i>Anethum graveolens</i> - endro; <i>Anthriscus cerefolium</i> - cerefólio; <i>Apium graveolens</i> -o - aipo; <i>Coriandrum sativum</i> - coentro; <i>Cuminum cyminum</i> - cominho; <i>Foeniculum vulgare</i> - funcho ou erva-doce; <i>Petroselinum crispum</i> -a - salsa; <i>Pimpinella anisum</i> -o - anis.	<i>Matricaria recutita</i> - camomila; <i>Stevia rebaudiana</i> - stevia; <i>Achillea millefolium</i> - mil-folhas; <i>Baccharis genistelloides</i> - carqueja.	<i>Mentha</i> - hortelã; <i>Lavandula</i> - lavanda; <i>Marrubium</i> - hortelã-do- maranhão; <i>Nepeta</i> - erva-dos- gatos; <i>Ocimum</i> - manjeriço; <i>Origanum</i> - orégano; <i>Rosmarinus</i> - alecrim; <i>Salvi</i> - sálvia; <i>Thymus</i> - tomilho.

Fonte: Pereira e Santos (2013).

2.2.3.1 Cebolinha

A cebolinha, especiaria mais utilizada na gastronomia, tem duas espécies: a *Allium fistulosum* L., que foi objeto deste estudo, é chamada de cebolinha-verde, e a *Allium schoenoprasum*, de menor porte, folhas mais delgadas, chamada de cebolinha-francesa ou ciboulette (OLIVEIRA et al., 2015).

Do total da planta, as folhas são as mais utilizadas, usualmente despreza-se o caule, mas, no caso de preparo de fundos (bases utilizadas para o preparo de molhos) ou caldos, pode-se usar a planta por completo. A indústria alimentícia utiliza-a em muitos produtos, como caldos concentrados, sopas, temperos para macarrão instantâneo, e em outras aplicações.

Na Figura 1, mostra-se uma imagem da cebolinha (*Allium fistulosum* L.), a qual é muito utilizada no Brasil juntamente com a salsa, formando uma dupla conhecida nos meios culinários como “cheiro-verde” ou “casal”.

Figura 1 – Cebolinha

Fonte: Armazém das especiarias (2016).

2.2.3.2 Coentro

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma planta anual e de folhas lobadas verdes brilhantes, o que pode ser observado na Figura 2, e sementes esféricas de cor marrom amarelado, conhecidas como coriandro (OLIVEIRA et al., 2015). Seu sabor é uma combinação complexa de sálvia e ácidos cítricos, com toques de hortelã e pimenta. O aroma faz lembrar o gengibre, os cítricos e a sálvia.

Pode-se utilizar tanto as sementes como as folhas no preparo ou industrialização dos alimentos. As folhas frescas são muito usadas na culinária, principalmente a do Nordeste, para temperar carnes, feijão, peixes, saladas e cozidos. As sementes são utilizadas para aromatizar molhos, linguiça, salsicha, pães, licores, doces e conservas.

Figura 2 – Coentro

Fonte: Ecycle (2019).

2.2.3.3 Salsa

A salsa ou salsinha (*Petroselinum crispum* Mill.) caracteriza-se por ser uma planta bianual de dois tipos: a salsinha lisa e a salsinha crespa (OLIVEIRA; et al., 2015). Ambas têm folhas plumosas, verde-escuras, radiadas a partir de uma enervação central e pequenas umbelas amarelo-esverdeadas. A salsinha tem um aroma fresco e suave, com toques cítricos e sabor ácido, e é muito empregada na gastronomia. Suas folhas são utilizadas frescas, mas podem ser usadas também secas ou desidratadas (Figura 3).

Figura 3 – Salsa

Fonte: Dieta Alimentar (2019).

2.2.4 Análise sensorial

Stone e Sidel (1992, p. 12) definem análise sensorial como

[...] uma disciplina específica usada para evocar, analisar e interpretar as reações humanas provocadas por determinadas características presentes nos alimentos e materiais, como essas

características são percebidas pelos sentidos humanos como a visão, olfato, tato, sabor e audição.

Em 1965, Amerine, Pangborn e Roessler descreveram os principais termos que hoje são utilizados por Stone e Sidel (1992) na definição de análise sensorial. São eles:

- a. evocar: faz referência a todo o processo operacional de preparar e servir as amostras em condições controladas para se minimizar os erros;
- b. medir: como ciência, a análise sensorial utiliza-se de dados numéricos coletados para mediar a relação entre os atributos sensoriais e a percepção humana;
- c. analisar: para a análise dos dados, os métodos estatísticos são essenciais e a base para a tomada de decisão. É importante que esses dados sejam confiáveis, portanto de boa qualidade;
- d. interpretar: os dados e a estatística originados dos testes sensoriais são úteis se as hipóteses são formuladas corretamente e se eles são interpretados de acordo com tais hipóteses e com suas implicações no momento da tomada de decisão.

Stone e Sidel (1992) reforçam ainda que a análise sensorial envolve diferentes disciplinas, mas a ênfase nas análises é o comportamento humano diante dos estímulos e das percepções provadas pelas características dos alimentos.

A definição da análise sensorial implica na medição e avaliação das propriedades sensoriais dos alimentos e de outros materiais. E quais são essas propriedades, doravante chamadas de atributos sensoriais? As principais são a cor, o sabor, a textura e o aroma.

A análise sensorial tem diversas aplicações, segundo Dutcosky (2013, p. 41-42), destacando-se as seguintes:

- I. *Como ferramenta decisória para a área de Planejamento e Desenvolvimento das Indústria alimentícias, remédios e cosméticos etc.;*

- II. Para o acompanhamento da performance das matérias primas no processamento, nas embalagens, por exemplo;*
- III. Em programas de redução de custos;*
- IV. Na seleção de novos fornecedores;*
- V. No controle de qualidade;*
- VI. No estudo dos efeitos das embalagens sobre os alimentos;*
- VII. Para avaliar a estabilidade dos alimentos nos estudos de vida de prateleira.*

E é justamente com esse intuito que nesta pesquisa se utilizou da análise sensorial, um teste com provadores para avaliar a percepção deles sobre as especiarias irradiadas analisadas. Para isso, foi simulado o lançamento de um produto já aceito pelos consumidores, porém com um tratamento novo.

Para a análise sensorial, há três métodos disponíveis: o discriminativo, o descritivo e o afetivo, e em cada um deles há uma série de testes que podem ser aplicados e que vão responder a uma pergunta ou a uma hipótese formulada pelo pesquisador.

De acordo com Dutcosky (2013, p. 89), a escolha do método deve basear-se em três questões fundamentais:

- a) existe diferença perceptível entre o produto em estudo e outro produto convencional similar?*
- b) quais os principais pontos de diferença?*
- c) o produto é aceito pelos consumidores?*

Portanto, a partir das respostas a essas perguntas, optou-se por utilizar o método afetivo para analisar a aceitação dos consumidores e sua percepção acerca dos atributos sensoriais das especiarias irradiadas.

Os métodos afetivos são compostos por vários testes que podem ser empregados de maneiras diferentes na análise sensorial, pois cada um deles tem um objetivo específico e responde às questões próprias. A seguir, apresenta-se a lista de testes afetivos, também chamados de subjetivos:

- Testes qualitativos
 - *Focus group*
 - Técnicas etnográficas
- Testes quantitativos:
 - Teste pareado ou ordenação de preferência

- Escala hedônica
- Escalas *Just About Right* (JAR)
- *Repertory grid technique*
- *Check All That Apply* (CATA).

As escalas JAR são utilizadas para medir a intensidade desejada de alguns atributos dos alimentos pelos consumidores em um produto.

As indústrias de alimento utilizam-se delas no desenvolvimento de novos produtos ou para reformulação daqueles que já estão no mercado consumidor e que necessitam de atualização. Os departamentos de *marketing* dessas mesmas indústrias também se valem dessas escalas para identificar a quantidade ideal de determinados atributos presentes nos alimentos que os consumidores consideram ideal, inclusive comparando os dados coletados em diferentes regiões de uma mesma cidade ou país, para a definição do perfil de preferência dos consumidores em diferentes regiões (VAN TRIJP et al., 2007).

Para Narayanan, Chinnasamy e Clark, (2014), tais escalas servem ainda para indicar qual o direcionamento que deve ser dado a um alimento para sua melhoria, o qual pode ser feito por meio da utilização de uma escala hedônica de 5 ou 7 pontos.

A escala JAR combina julgamentos hedônicos e de intensidade com a utilização de 3 pontos de ancoragem: os pontos finais da escala representados por “*too little*” e “*too much*”, e o ponto central por “*just about right*”. Ou seja, a escala utilizada nos testes JAR é capaz de medir a reação de um julgador a um determinado atributo presente no alimento a ser avaliado (LAWLESS e HEYNANN, 2010).

Ainda segundo esses autores, a escala JAR pode ser usada para comparação de diferentes versões de um mesmo produto e identificação de segmentos de consumidores que preferem diferentes níveis de atributos sensoriais.

O princípio da escala é solicitar a percepção dos provadores sobre as amostras em termos globais (aparência geral) ou por atributos sensoriais, por exemplo, cor, aroma, textura e crocância.

A percepção da intensidade de cada atributo presente no alimento pode afetar de forma negativa ou positiva a aceitação dele pelos provadores.

As informações geradas a partir dessas percepções fornecem dados para os analistas das escalas sobre qual deve ser o direcionamento para a melhoria dos atributos estudados nos produtos ou se os atributos estão “*just about right*” (ideal) para aprovação do alimento, com a consequente liberação para a comercialização (LAWLESS; HEYNANN, 2010).

Após a aplicação das escalas JAR para otimização ou avaliação de atributos sensoriais de um alimento, pode-se verificar qual o impacto das respostas “*too little*” ou “*too much*” na aceitação desse alimento utilizando-se, para isso, do *penalty analysis*.

Popper e Kroll (2005, p. 4) afirmaram que “*penalty analysis* é o método emergente mais usado para se avaliar a performance dos atributos de um alimento e sua relação com a aceitação dele. É um método para determinar como os provadores penalizaram a aceitação do produto para cima ou para baixo da média de aceitação em função do julgamento de um atributo com ideal ou não na percepção de cada um dos provadores.

Para esses autores, além do *penalty analysis*, os dados JAR podem ser resumidos e apresentados em porcentagens de provadores que escolheram cada uma das categorias da escala “*too little*”, “*too much*” e “*just about right*” na forma de quadros, tabelas ou gráficos.

Ainda para esses autores, pode-se fazer, também, uma análise dos dados mais completa utilizando-se da estatística não paramétrica, para comparar mais de duas amostras.

No próximo capítulo, são apresentados os materiais e os métodos utilizados no desenvolvimento dos experimentos relacionados às análises microbiológicas e na análise sensorial das especiarias controle e irradiadas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa do tipo experimental desenvolvida em laboratório e em campo, cujo objetivo foi verificar os efeitos da irradiação sobre as especiarias analisadas.

3.1 Preparo dos materiais

As especiarias salsa (*Petroselinum crispum* Mill.), cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.), coentro (*Coriandrum sativum* L.) foram adquiridas em uma mesma loja do mercado municipal da cidade de Santa Bárbara d'Oeste, interior do estado de São Paulo, em sua forma natural e frescas, e o peso de cada uma delas era de aproximadamente 1.500 g.

3.1.1 Tratamentos

3.1.1.1 Preparo das amostras em laboratório

Para a realização dos testes, as amostras foram higienizadas seguindo protocolo relacionado às Boas Práticas de Fabricação dos Alimentos (BPF) segundo a Resolução da Diretoria Colegiada nº 216 (BRASIL, 2004), de acordo com o diagrama mostrado na Figura 4. Depois foram separadas por tipo e colocadas em sacos de polietileno com lacre zipado na parte superior e identificados para a irradiação (Figura 5).

Figura 4 – Diagrama do processo de higienização das amostras

Fonte: autora da tese.

Figura 5 – Material embalado para a irradiação

Fonte: acervo pessoal da autora da tese.

O material em estudo foi separado em quatro partes. Uma delas foi destinada à montagem das amostras controle (testemunhas) para cada uma das especiarias, sempre em triplicata; e as outras três partes foram destinadas à montagem das triplicatas para cada uma das doses de radiação utilizadas: 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy.

As amostras controles foram colocadas em sacos de polietileno e identificadas por especiaria da seguinte forma: salsa controle amostra-1, salsa controle amostra-2, salsa controle amostra-3, e assim por diante até todas as especiarias terem sido identificadas e colocadas nesses sacos. Depois desse procedimento ter sido realizado, as amostras controles e as testemunhas foram armazenadas em refrigeração e, em seguida, transportadas até o irradiador multipropósito no IPEN. As amostras controles foram deixadas em uma área de descanso próxima ao irradiador, e as amostras que seriam irradiadas foram levadas a este.

O ICGFI (2002) recomenda a dose entre 1 e 10 kGy para a descontaminação de especiarias.

3.1.1.2 Tratamento por irradiação

As amostras foram irradiadas no Irradiador Multipropósito (Figura 6) de cobalto 60, instalado no Centro de Tecnologias das Radiações (CETER) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP).

Figura 6 – Irradiador Multipropósito do Centro de Tecnologia das Radiações (IPEN-CNEN/USP)

Fonte: acervo pessoal da autora da tese.

O monitoramento foi realizado por dosímetro de rotina Gammachrome YR Batch 530 nm (Figura 7) do Laboratório de Dosimetria de Processos do CETER.

Figura 7 – Dosímetro Gammachrome YR Batch 530 nm

Fonte: acervo pessoal da autora da tese.

As amostras foram irradiadas diretamente nos sacos de polietileno e armazenadas em refrigeração (10°C) após aplicação do processo de irradiação, para posterior análise microbiológica.

3.1.2 Análise microbiológica das amostras controle (testemunhas)

3.1.2.1 Preparo da amostra

As análises microbiológicas de *Salmonella* spp, *Shigella* spp e Coliformes termotolerantes e totais foram determinadas a partir da RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), conforme Quadro 3, e realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Metodista de Piracicaba/SP.

Quadro 3 – Padrão de referência para a análise dos resultados microbiológicos das amostras de especiarias, segundo a RDC nº 12/2001

Grupo RDC nº 12	Microrganismo em UFC ³ /g	Tolerância para amostra indicativa
2- HORTALIÇAS, legumes e similares, incluindo cogumelos comestíveis)	<i>Salmonella</i> spp	Ausente em 25 g
	<i>Shigella</i> spp	Não previsto na legislação
	Coliformes termotolerantes a 45 °C/g	10 ²
	Coliformes totais	Não previsto na legislação

Fonte: elaborado com base em Brasil (2001).

Em almofariz previamente esterilizado, foram adicionadas 25 g da amostra de alimento a ser analisada e 225 mL de água peptonada. Com o auxílio do pistilo, essa mistura foi macerada de forma vigorosa. Ao final desse processo, a amostra estava pronta para diluição seriada seguida de inoculação e incubação, já contando com uma diluição de 1:10, ou seja, 10⁻¹.

3.1.2.1.1 Diluição seriada

A diluição seriada é aplicada quando não é de conhecimento do analista o grau de contaminação presente na amostra de alimentos. Por isso, para as amostras controles, isto é, as que não foram irradiadas, foi necessário diluí-las mais vezes para, em caso de um grau muito alto de contaminação, ser possível contar as UFC da placa inoculada e incubada.

³ Unidades Formadoras de Colônias.

Foram preparados tubos de ensaio com tampão contendo 9 mL de salina 0,9% e esterilizados em autoclave a 120°C/15min. Com os tubos estéreis e resfriados, foi transferido 1 mL da amostra macerada com diluição 10^{-1} para o primeiro tubo de salina, obtendo-se uma diluição de 1:100, ou seja, 10^{-2} . Do primeiro tubo com diluição de 10^{-2} , foi transferido 1 mL da solução para um segundo tubo de solução salina, obtendo-se uma diluição de 1:1000, isto é, 10^{-3} . Nas diluições preparadas, foram realizadas as inoculações e incubações.

3.1.2.1.2 Inoculação e incubação

Foram preparadas placas de meio de cultura Agar MacConkey (MC) e *Salmonella* e *Shigella* (SS) previamente esterilizadas para identificação de *Salmonella* spp e Coliformes termotolerantes e totais e inoculado 0,1 mL de cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) utilizando-se da técnica de espalhamento em superfície, a qual foi realizada em triplicata, ou seja, três inoculações por diluição. Esse processo foi realizado tanto para identificação dos Coliformes termotolerantes totais quanto para *Salmonella* spp. Depois de inoculadas as placas para identificação de Coliformes termotolerantes e totais, foram incubadas em estufa a 45°C, e as placas para identificação de *Salmonella* spp foram incubadas em estufa a 35-37°C por um período de 24 horas.

Todos os procedimentos descritos anteriormente foram realizados dentro de uma capela de fluxo laminar que se encontrava previamente desinfetada com álcool 70% e na qual foi aplicada luz UV por 20 minutos. Na Figura 8, é possível verificar tais procedimentos na forma ilustrativa.

Figura 8 – Procedimentos da inoculação aplicada para cada amostra de alimento sólido sem irradiação – controle

Fonte: Silva, Junqueira e Silveira (1997).

3.1.3 Análise microbiológica das amostras irradiadas

3.1.3.1 Preparo da amostra

Em almofariz previamente esterilizado, foram adicionados 25 g da amostra de alimento a ser analisada e 225 mL de água peptonada. Com o auxílio do pistilo, essa mistura foi macerada de forma vigorosa. Ao final desse processo, a amostra estava pronta para diluição seriada seguida de inoculação e incubação, já contando com uma diluição de 1:10, ou seja, 10^{-1} .

3.1.3.1.1 Inoculação e incubação

Foram preparadas placas de meio de cultura Agar MacConkey (MC) e *Salmonella* e *Shigella* (SS) previamente esterilizadas para identificação de Coliformes termotolerantes e totais e *Salmonella* spp e *Shigella* spp, e inoculado 0,1 mL da diluição 10^{-1} , utilizando-se a técnica de espalhamento em superfície, a qual foi realizada em triplicata, ou seja, três inoculações. Esse processo foi realizado tanto para identificação dos Coliformes termotolerantes e totais quanto para *Salmonella* spp. Depois de inoculadas as placas para identificação de Coliformes termotolerantes e totais, foram incubadas em estufa a 45°C, e as placas

para identificação de *Salmonella* spp foram incubadas em estufa a 35-37°C por um período de 24 horas.

Todos os procedimentos descritos anteriormente foram realizados dentro de uma capela de fluxo laminar que se encontrava previamente desinfetada com álcool 70% e na qual foi aplicada luz UV por 20 minutos. Na Figura 9 são mostrados os procedimentos.

Figura 9 – Procedimentos da inoculação aplicada para cada amostra de alimento sólido irradiada

Fonte: Silva, Junqueira e Silveira (1997).

3.1.4 Análise sensorial

Para a análise sensorial das amostras irradiadas e testemunhas (controle), foi empregado o método afetivo utilizando-se de duas escalas diferentes: a primeira, uma escala hedônica de 9 pontos, e a outra, a escala JAR de 5 pontos, especificamente para avaliação dos atributos sensoriais das amostras.

Foram avaliados a intenção de compra, a aceitação, a impressão global e os atributos cor e aroma das especiarias controle e irradiadas. Tais atributos, por hipótese, seriam aqueles que poderiam ter alguma alteração devido à irradiação e

ser mais facilmente perceptíveis pelos avaliadores da análise sensorial, visto que não se utilizou assessores treinados para a avaliação sensorial.

3.1.4.1 Delineamento do teste

As amostras foram codificadas com três dígitos gerados aleatoriamente a partir do *software* Microsoft Excel e apresentadas aos provadores em blocos completos casualizados com 24 combinações. Foram distribuídas aos provadores em sequência de modo que cada um deles recebesse as amostras em posições diferentes.

Para o experimento, utilizou-se a ficha de teste sensorial apresentada no Quadro 4, com auxílio de lápis, borracha, copos descartáveis de 50 mL e bandejas de isopor.

Quadro 4 – Ficha de teste sensorial

Você está recebendo três amostras de temperos: SALSA, CEBOLINHA e COENTRO. Gostaríamos de sua opinião a respeito dos produtos que lhe são apresentados. Por favor, comece a avaliação dos produtos da esquerda para a direita e seja sincero em suas respostas. Não há necessidade de experimentá-los. Agradecemos a sua participação.

Nome: _____

1. Idade:
☐ 15 a 19 anos ☐ 20 a 24 anos ☐ 25 a 29 anos ☐ 30 a 34 anos ☐ 35 a 39 anos
☐ 40 a 44 anos ☐ 45 a 49 anos ☐ 50 a 54 anos ☐ 55 a 59 anos ☐ > 60 anos

3. Qual o seu grau de escolaridade?
☐ Ensino fundamental incompleto ☐ Ensino fundamental completo
☐ Ensino médio incompleto ☐ Ensino médio completo
☐ Curso técnico
☐ Curso superior
☐ Pós-graduação *lato sensu*
☐ Mestrado
☐ Doutorado

4. A pessoa que prepara as refeições em sua casa é acostumada a utilizar salsa, cebolinha e coentro no preparo das comidas?
☐ Sim ☐ Não

5. Se você respondeu sim, com qual frequência? Coloque um X nas opções do quadro abaixo.

Frequência	Salsa	Cebolinha	Coentro
Uma vez por mês			
A cada quinze dias			
Cinco dias na semana			

[illegible]

Desgostei moderadamente												
Desgostei muito												
Desgostei muitíssimo												

9. Agora sinta o cheiro/aroma dos temperos e assinale as respostas com um X.

Aroma	Salsa				Cebolinha				Coentro			
	Código das amostras				Código das amostras				Código das amostras			
	115	394	286	410	928	735	329	486	391	556	823	090
Muito mais cheiroso que o ideal												
Mais cheiroso que o ideal												
Ideal												
Menos cheiroso que o ideal												
Muito menos cheiroso que o ideal												

10. Como você descreveria a cor verde dos temperos? Assinale as respostas com um X.

Cor	Salsa				Cebolinha				Coentro			
	Código das amostras				Código das amostras				Código das amostras			
	115	394	286	410	928	735	329	486	391	556	823	090
Muito mais escura do que eu gosto												
Mais escura do que eu gosto												
Ideal, na cor que eu gosto												
Mais clara do que eu gosto												
Muito mais clara do que eu gosto												

Comentários:

Fonte: autora da tese.

Foram escolhidas as amostras irradiadas que tinham, no mínimo, preservados os atributos sensoriais de cor, aroma e aparência geral.

O teste ocorreu em um ambiente de laboratório nas dependências da Faculdade de Tecnologia (FATEC), localizada na cidade de Piracicaba/SP e distante 200 quilômetros da cidade de São Paulo. A amostra utilizada foi de 30 g, e os consumidores não tiveram contato uns com os outros.

Um total de 120 provadores de ambos os sexos compôs a amostragem, os quais foram selecionados de maneira aleatória e não foram treinados, conforme recomendado por Mammasse e Schlich (2012).

Os provadores foram esclarecidos quanto ao objetivo da pesquisa, aos riscos e às vantagens e todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com o Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa C.A.A.E. nº 60583516.0.0000.5512 da Universidade Paulista/SP.

3.1.4.1.1 Análise estatística

Para a compreensão da análise sensorial dos dados, faz-se necessário primeiro esclarecer como eles foram apresentados para as demonstrações estatísticas:

- a) Intenção de compra: escala hedônica de 5 pontos (1= decididamente não compraria e 5= decididamente eu compraria). Os dados foram submetidos à análise de variância, com erro de 5%, para verificar qual das amostras apresentava a melhor intenção de compra.

Além dessa análise, os dados de distribuição de frequência foram agrupados segundo o critério de Faria e Yotsuyanagi (2008):

Intenção de Compra

Positiva	Decididamente compraria
	Provavelmente eu compraria
Neutra	Talvez sim / Talvez não
Negativa	Provavelmente eu não compraria
	Decididamente eu não compraria

- b) Para a análise da aceitação e da impressão global (*overall liking*): escala hedônica com 9 pontos (1=desgostei muitíssimo e 9=gostei

muitíssimo) (LIM e FUJIMARU, 2010), os dados foram submetidos à análise de variância e, com erro de 5%, para verificar qual das amostras apresentava a melhor aceitação e impressão global.

Cumpramos ressaltar que foi estabelecido um critério para as análises de interpretação da distribuição percentual dos escores hedônicos da análise de aceitação das especiarias pelos provadores (DUTCOSKY, 2015):

Aceitação – escores hedônicos entre 6 e 9

Indiferença – escores hedônicos 5

Rejeição – escores hedônicos entre 4 e 1

A análise estatística dos itens a e b (intenção de compra e aceitação e impressão global) foi realizada com o auxílio do *software* estatístico *PAST* versão agosto de 2019.

- c) Para a análise JAR: escala hedônica com 5 pontos (1= muito menos ..., 3= ideal, 5=muito mais....) (FARIA e YOTSUYANAGI, 2008), foi utilizada a análise dos atributos aroma e cor das especiarias irradiadas e das controle, a fim de verificar de que forma esses atributos impactaram negativa ou positivamente a impressão global (*overall liking*) que os provadores tiveram das especiarias controle e irradiadas.

O tratamento estatístico aplicado a essas informações teve como base a estatística descritiva, a análise das médias foi realizada utilizando-se do teste de Tukey e a correlação, por meio da Matriz de Correlação de Spearman, com alfa igual a 0,05.

Os dados da análise sensorial realizada pelos provadores (n=120) foram plotados numa planilha do *software* Microsoft Excel e utilizados para os cálculos estatísticos que foram feitos com o auxílio do *software* XLSTAT.

No próximo capítulo, são apresentados os resultados dos experimentos realizados, as análises e a discussão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises microbiológicas

As amostras de coentro, cebolinha e salsa frescas foram submetidas ao processo de irradiação no mês de fevereiro de 2019. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam o comparativo dos resultados das análises microbiológicas das amostras sem irradiação (0 kGy) (testemunhas) e as amostras irradiadas com as doses de 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy.

Os parâmetros seguidos para conformidade das amostras presuntivas foram de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 02 de janeiro de 2001, Anexo 1 – item 2-b: Hortaliças e similares – “frescas, ‘in natura’, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, com exceção de cogumelos” (BRASIL, 2001).

Tabela 1 – Resultados da análise microbiológica da salsa com e sem tratamento de irradiação

Amostra	<i>Salmonella</i> spp (UFC/g)	<i>Shigella</i> spp (UFC/g)	Coliformes termotolerantes (UFC/g)	Coliformes totais (UFC/g)
Salsa 0 kGy (testemunha)	$\geq 10^4$	$\geq 10^4$	$2,2 \times 10^5$	$\geq 10^5$
Salsa 2,5 kGy	$\geq 10^3$	$\geq 10^3$	$2,2 \times 10^5$	$\geq 10^5$
Salsa 5,0 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Salsa 7,5 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Colônias não características ≥ 10

Fonte: autora da tese.

Verifica-se, na Tabela 1, que a carga microbiana inicial dessa especiaria era bem alta, não apresentando conformidade com a legislação. A primeira dose de radiação de 2,5 kGy à qual a planta foi submetida não foi suficiente para a descontaminação do material. Houve uma redução na carga microbiana na ordem de 10% para *Salmonella* spp e para *Shigella* spp, porém ainda com o material em

desacordo com a legislação para Coliformes termotolerantes e totais. Para essa classe de bactérias, a dose de 2,5 kGy não foi efetiva.

Quando o material foi submetido à dose de 5,0 kGy, notou-se que essa dose de radiação foi efetiva na descontaminação da especiaria, e isso colocou as amostras de acordo com a legislação sanitária para todos os microrganismos analisados, portanto especiaria própria para o consumo humano. Para a dose de 7,5 kGy, o material foi totalmente descontaminado, mas se verificou o aparecimento de colônias não características em algumas placas, o que pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Análise microbiológica das salsas colônias não características de Coliformes totais na amostra irradiada com dose de 7,5 kGy

Fonte: acervo pessoal da autora.

As análises microbiológicas da especiaria coentro são apresentadas na Tabela 2. Observa-se que o material controle (0 kGy) estava contaminado inicialmente, mas a aplicação da primeira dose de radiação já foi suficiente para

descontaminá-lo, e as doses subsequentes também foram efetivas na eliminação de todos os microrganismos estudados.

Porém, nas amostras irradiadas com 7,5 kGy, notou-se o aparecimento de colônias não características de Coliformes termotolerantes e totais (Figuras 11 e 12).

Tabela 2 – Resultados da análise microbiológica do coentro com e sem tratamento de irradiação

Amostra	<i>Salmonella</i> spp (UFC/g)	<i>Shigella</i> spp (UFC/g)	Coliformes termotolerantes (UFC/g)	Coliformes totais (UFC/g)
Coentro 0 kGy (testemunha)	$\geq 10^5$	$\geq 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$\geq 10^5$
Coentro 2,5 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coentro 5,0 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coentro 7,5 kGy	Ausente	Ausente	Colônias não características $\geq 10^3$	Colônias não características $\geq 10^3$

Fonte: autora da tese.

Figura 11 – Análise microbiológica do coentro apresentando colônias não características de Coliformes totais na amostra irradiada com dose de 7,5 kGy

- Placa de MC 35°C – Para determinação de Coliformes Totais

Fonte: acervo pessoal da autora.

Figura 12 – Análise microbiológica do coentro apresentando colônias não características de Coliformes termotolerantes na amostra irradiada com dose de 7,5 kGy

- Placas de MC 45°C – Para determinação de Coliformes Fecais (triplicata)

Fonte: acervo pessoal da autora.

E, por fim, na Tabela 3, são apresentados os dados das análises microbiológicas da cebolinha.

Tabela 3 – Resultados da análise microbiológica da cebolinha com e sem tratamento de irradiação

Amostra	<i>Salmonella</i> spp UFC/g)	<i>Shigella</i> spp UFC/g)	Coliformes termotolerantes (UFC/g)	Coliformes totais (UFC/g)
Cebolinha 0 kGy (testemunha)	$\geq 10^5$	$\geq 10^5$	$1,8 \times 10^6$	$\geq 10^5$
Cebolinha 2,5 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Cebolinha 5,0 kGy	Ausente	Ausente	Colônias não características $\geq 10^3$	Ausente
Cebolinha 7,5 kGy	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: autora da tese.

Na Tabela 3, as amostras de cebolinha sem o tratamento de irradiação (testemunhas) apresentaram contaminação microbiana por *Salmonella* spp e *Shigella* spp acima do permitido pela legislação, o mesmo acontecendo para os Coliformes totais e termotolerantes.

Após a aplicação das doses de radiação estipuladas no terceiro capítulo desta tese, verificou-se que houve a eliminação de todos os microrganismos citados nas três dosagens: 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy.

Dessa vez, porém, na dose de 5,0 kGy foram percebidas colônias de bactérias de Coliformes termotolerantes não características, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Análise microbiológica da cebolinha apresentando colônias não características de Coliformes termotolerantes na amostra irradiada com dose de 5,0 kGy

- Placas de MC 45°C – Para determinação de Coliformes Fecais (triplicata)

Fonte: acervo pessoal da autora.

A análise microbiológica dos alimentos é uma importante ferramenta utilizada para avaliar a qualidade e a segurança dos alimentos ou matérias-primas destinadas ao consumo humano. Sua relevância se traduz em saúde e qualidade de vida para consumidores, bem como segurança nos processos e segurança jurídica para fabricantes e comerciantes em quaisquer ramos de atividade industrial, comercial ou de serviços.

Essa avaliação é realizada pela indústria de alimentos, cosméticos, produtos químicos e fármacos. A avaliação microbiológica de especiarias *in natura* é importante, pois pode auxiliar a definir se, ao serem irradiados, esses alimentos se tornam suficientemente mais seguros para se retirar a etapa de sanitização dos processos de boas práticas de fabricação dos alimentos, o que agiliza a operação de higienização no processamento de matérias-primas alimentícias.

Nesse sentido, Loyola et al. (2014) realizaram um trabalho a fim de avaliar a qualidade microbiológica de especiarias, como canela em pó, cravo, louro

em pó, manjerição e orégano, comercializadas no estado de Minas Gerais e que têm ampla utilização na indústria e pelo consumidor final. Os resultados apresentaram-se positivos para o crescimento de bactérias como Coliformes termotolerantes e totais, o que indica uma contaminação perigosa e silenciosa.

Kumar et al. (2010) estudaram a radiação gama para a descontaminação de oito tipos de ervas tradicionais utilizadas como matéria-prima no preparo de fórmulas medicamentosas para o tratamento de diversas doenças. Segundo esses autores, a matéria-prima livre de microrganismos é de suma importância para a indústria farmacêutica poder atestar a qualidade dos medicamentos, a efetividade do tratamento das doenças e a segurança dos pacientes.

Esses autores utilizaram um grupo controle (testemunha) e doses de radiação que foram de 1,0 a 10 kGy, com dose média de 6,5 kGy/h, para a descontaminação das amostras que apresentavam bactérias do grupo termotolerante. Observaram que a dose que efetivamente descontaminou por completo todas as amostras foi a de 10 kGy, porém a descontaminação começou a ser verificada na dosagem de 5,0 kGy.

Já Soriani, Satomi e Pinto (2005) verificaram a efetividade da irradiação na descontaminação de Ginko Biloba (*Salisburia biloba* (L.) Hoffmanns) e de Guaraná (*Paulinia cupana*), também utilizados no preparo de fórmulas medicinais, nas doses de 0 kGy, 5,5 kGy, 11,4 kGy e 17,8 kGy.

As autoras analisaram a presença de fungos, bactérias heterogênicas e bactérias aeróbicas. Os resultados mostraram que bactérias aeróbicas foram eliminadas com a dose média de 11,4 kGy, fungos, com 5,5 kGy e *Escherichia coli*, com 5 kGy, semelhante ao presente estudo.

Farag et al. (2009), em estudo sobre a descontaminação com radiação gama de ervas aromáticas e especiarias egípcias, como a *Mentha viridis* Linn, a *Roasmarinus officinalis* L. e a *Origanum majorana* L., submetem-nas a doses de radiação entre 5 e 10 kGy para avaliar sua eficiência sobre os microrganismos *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringes*. As análises das amostras controles apresentaram alto grau de contaminação. Entretanto, ao serem tratadas com a irradiação, o número de colônias dos dois tipos de microrganismos foi reduzido com a dose de 5 kGy, e a descontaminação total ocorreu com a dose de 10 kGy.

Por último, cabe citar os autores Kedzia, Migdal e Owczarczyk (1998), que estudaram a irradiação como uma alternativa amiga do meio ambiente para a

descontaminação microbiológica de ervas utilizadas na produção de medicamentos. A pesquisa avaliou o efeito da radiação de 10 kGy sobre as bactérias aeróbicas, enterobactérias e esporos de *Bacillus* e *Clostridium* em 17 amostras de ervas aromáticas, entre elas, a sálvia, com características muito semelhantes às especiarias analisadas no presente estudo. O efeito da irradiação para a descontaminação foi muito efetivo, pois eliminou 99,98% dos microrganismos dos materiais

4.2 Análise sensorial

Foram utilizados 120 provadores não treinados para a análise sensorial das especiarias controle (testemunhas) e irradiadas com 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy. Não houve o descarte de nenhum provador, pois todas as fichas de teste foram preenchidas e de forma adequada.

4.2.1 Caracterização da amostra de provadores

A amostra de provadores caracterizou-se por 71% (n=85) do gênero feminino e 29% (n=35) do gênero masculino. Nas Tabelas 4 e 5 são apresentadas, respectivamente, a faixa etária e o grau de escolaridade dos provadores.

Tabela 4 – Distribuição por faixa etária dos provadores da análise sensorial

Faixa Etária	n	%
15-19	36	29
20-24	28	23
25-29	19	16
30-34	6	5
35-39	11	9
40-44	8	7
45-49	8	7
50-54	1	1
55-59	3	3
>60	0	0
Total	120	100

Fonte: autora da tese.

Observa-se, na Tabela 5, que 68% (n=83) dos provadores estavam na faixa etária compreendida entre 15 e 29 anos, portanto uma população bem jovem, e o restante da amostra, 31% (n=37), entre 30 e 59 anos.

Tabela 5 – Distribuição do grau de escolaridade dos provadores da análise sensorial

Escolaridade	n	%
Ensino médio completo	77	64
Ensino médio técnico	33	27
Ensino superior incompleto	3	3
Ensino superior completo	5	4
Pós-graduação	2	2
Total	120	100

Fonte: autora da tese.

Em relação ao grau de escolaridade, a amostra apresentou-se com 91% (n=110) da população com o ensino médio completo e 9% (n=10) com ensino superior e pós-graduação. Isso mostra uma população com um nível de instrução suficiente para a interpretação das perguntas e a elaboração das respostas às questões da análise sensorial.

4.2.1.1 Resultados estatísticos da análise sensorial

A população de provadores referiu consumir habitualmente as especiarias em estudo em 95% dos casos. Desse modo, apenas 5% não declarou o consumo habitual delas sendo o coentro a que apresentou maior frequência de consumo não habitual.

Na Tabela 6, apresenta-se a habitualidade referida pelos provadores na utilização das especiarias (salsa, cebolinha e coentro). Verifica-se que 30% dos provadores utilizavam diariamente a salsa, percentual muito próximo ao consumo da cebolinha, que foi de 29%, e apenas 15% para o coentro.

Ao contrário das demais especiarias, o coentro foi o que obteve menor frequência de utilização, com 52% dos provadores declarando o consumo habitual de uma vez ao mês apenas. Porém, esse dado não desclassifica os provadores para a análise sensorial, pois as outras especiarias têm alta frequência.

Desse modo, a frequência de consumo apurada na análise sensorial credenciou os 120 provadores a realizarem as análises das especiarias e de seus atributos, visto que os dados mostram o contato constante deles com os produtos.

Tabela 6 – Distribuição da frequência do consumo das especiarias pelos provadores

Especiaria/Frequência	Salsa		Cebolinha		Coentro	
	n	%	n	%	N	%
Todos os dias	36	30	35	29	18	15
Uma vez por semana	12	10	8	7	10	8
Três vezes por semana	21	17,5	30	25	5	4
Cinco vezes por semana	15	12,5	13	11	6	5
De 15 em 15 dias	18	15	17	14	25	21
Uma vez por mês	18	15	17	14	56	47
Total	120	100	120	100	120	100

Fonte: autora da tese.

Em continuidade à análise dos dados da pesquisa sensorial, apresenta-se, no Gráfico 1, os dados hedônicos a respeito de quanto os provadores gostavam ou não das especiarias estudadas – “Gostar ou Desgostar” (Aceitação). Cabe esclarecer que essa pergunta foi feita sem a apresentação das amostras.

Gráfico 1 – Histograma da distribuição da frequência da aceitação de acordo com a análise sensorial dos provadores (n=120) das especiarias estudadas

Fonte: autora da tese.

A partir do Gráfico 1, observa-se que a cebolinha apresenta a melhor aceitação quando são comparadas as três especiarias, com 93% de aceitação entre os escores hedônicos entre 9-6, seguida pela salsa, com 89%.

O coentro obteve o menor índice de aceitação (67%), com uma rejeição entre os escores hedônicos de 4-1 de 15% e de indiferença no escore hedônico 5 de 20%.

O escore médio do coentro ficou em $6,3 \pm 2,09$, a cebolinha em $7,9 \pm 1,20$ e a salsa em $7,7 \pm 1,30$ pontos.

Após a aplicação da análise de variância, verificou-se que os dados acima diferiram entre si ($p < 0,05$) e o teste de Tukey indicou que a especiaria menos preferida foi a do coentro, mas não houve diferença entre a salsa e a cebolinha, portanto aceitação igual de ambas entre os provadores.

Os provadores foram também solicitados a demonstrar a intenção de compra das amostras controle e irradiadas de salsa, cebolinha e coentro expressando-se por meio de uma escala hedônica de 5 pontos, sendo 5 para “decididamente compraria” e 1 “para decididamente não compraria”.

Para tanto, as amostras *in natura* controles e irradiadas (Figura 14) foram apresentadas pela primeira vez aos provadores.

Figura 14 – Apresentação das amostras de especiarias para os provadores para a análise sensorial

Fonte: arquivo pessoal da autora.

Nos Gráficos 2, 3 e 4, mostra-se a distribuição de frequência das respostas dos provadores a respeito da intenção de compra da salsa, da cebolinha e do coentro, respectivamente.

Gráfico 2 – Histograma da distribuição da intenção de compra dos provadores referente à salsa controle e às irradiadas

Fonte: autora da tese.

Pode-se verificar, no Gráfico 2, que a salsa controle foi a que apresentou a melhor intenção de compra, com 40% de respostas no limite superior da escala. Porém, a intenção de compra para a salsa irradiada demonstrou maior porcentagem no escore de indiferença (3) “talvez sim, talvez não” compraria. Já as salsas irradiadas com 5,0 kGy e 7,5 kGy foram as que apresentaram maior rejeição “decididamente não compraria”.

A salsa controle apresentou a menor rejeição de compra com apenas 5,80% dos provadores julgando a amostra no escore de “decididamente não compraria”.

Na Tabela 7, apresenta-se o resumo das intenções de compra da salsa e a classificação em positiva, neutra e negativa. Verifica-se que a maior intenção de compra negativa foi para a salsa irradiada, com a dose de 5,0 kGy, mas, em comparação com a salsa controle, todas as doses tiveram aceitação negativa acima de 30%, e a aceitação positiva foi bem inferior à salsa controle.

Tabela 7 – Resumo e classificação da intenção de compra da especiaria salsa controle e das irradiadas

Especiaria	Positiva	Neutra	Negativa
Salsa controle	55,00%	18,30%	26,60%
Salsa 2,5 kGy	29,10%	36,90%	35,00%
Salsa 5,0 kGy	28,30%	26,70%	45,00%
Salsa 7,5 kGy	39,00%	26,30%	34,60%

Fonte: autora da tese.

Para ilustrar os resultados apresentados na Tabela 7, são mostrados, na Figura 15, as imagens da salsa controle e das irradiadas.

Percebe-se que a irradiação não alterou demais as características sensoriais da especiaria, o que pode ter levado os provadores a terem dificuldade em decidir a intenção de compra por dose de radiação.

Figura 15 – Amostras de salsa controle e irradiadas

Fonte: acervo pessoal da autora.

No Gráfico 3, mostra-se os dados de intenção de compra da cebolinha controle e das irradiadas. A cebolinha controle, ao contrário da salsa controle, não foi a que apresentou a melhor intenção de compra.

No limite superior da escala, a cebolinha com 5,0 kGy foi a que demonstrou a melhor intenção de compra, com 28% no limite superior da escala, acompanhada pela cebolinha controle, com 21%, e com 17% das intenções de compra para a cebolinha irradiada com doses de 2,5 kGy e 7,5 kGy.

Observa-se, ainda, no meio da escala da intenção de compra “talvez sim/talvez não” compraria, a cebolinha controle obteve a menor frequência de escolha, com 23% dos provadores, e as cebolinhas irradiadas com 2,5 kGy, com 34% dos provadores, sendo a mesma porcentagem para a cebolinha irradiada com 7,5 kGy, e 27% para a irradiada com 5,0 kGy.

No limite inferior da escala, as maiores rejeições foram em relação às cebolinhas irradiadas com 2,5 kGy e 7,5 kGy. A cebolinha controle obteve rejeição de 9%, e a cebolinha irradiada com 5,0 kGy, 7%.

Gráfico 3 – Histograma da distribuição da frequência da intenção de compra dos provadores referente à cebolinha controle e às irradiadas

Fonte: autora da tese.

Na Tabela 8, apresenta-se o resumo intenções de compra da cebolinha e sua classificação. Verifica-se que a maior intenção de compra negativa foi para a cebolinha irradiada, com a dose de 2,5 kGy, seguida pela dose de 7,5 kGy.

Observa-se também que a maior intenção de compra positiva foi para a cebolinha irradiada com 5,0 kGy, com 48%, seguida pela cebolinha controle, com 45%.

Tabela 8 – Resumo e classificação da intenção de compra da especiaria cebolinha controle e irradiadas

Especiaria	Positiva	Neutra	Negativa
Cebolinha controle	45,00%	23,00%	32,00%
Cebolinha 2,5 kGy	26,00%	34,00%	40,00%
Cebolinha 5,0 kGy	48,00%	26,00%	26,00%
Cebolinha 7,5 kGy	36,00%	34,00%	30,00%

Fonte: autora da tese.

A fim de ilustrar os resultados que constam da Tabela 8, mostrou-se as imagens da cebolinha controle e das irradiadas na Figura 16.

Percebe-se que a irradiação não alterou muito as características sensoriais da especiaria, o que pode ter levado os provadores a terem dificuldade em decidir a intenção de compra por dose de radiação.

Figura 16 – Amostras de cebolinha controle e irradiadas

Fonte: acervo pessoal da autora.

Gráfico 4 – Histograma da distribuição da frequência da intenção de compra dos provadores referente ao coentro controle e aos irradiados

Fonte: autora da tese.

Em relação ao coentro, a intenção de compra dos provadores apresentou-se mais favorável às amostras controle (24,2%) e às irradiadas com 2,5 kGy (25%). Porém, na somatória das intenções de compra nas escalas inferiores, 54,2% dos provadores oscilaram entre a dúvida ou não comprariam as amostras controle, o que aumentou para 62,5% as amostras irradiadas com 2,5 kGy, 80% para as amostras com dose de 5,0 kGy, atingindo um pico de 88,3% para o coentro irradiado com 7,5 kGy. Portanto, das especiarias irradiadas, o coentro foi a que apresentou a menor intenção de compra.

Na Tabela 9, apresenta-se as intenções de compra do coentro e sua classificação. Pode-se verificar que houve duas intenções de compra muito negativas: uma para o coentro irradiado com 5,0 kGy e outra para o coentro irradiado com 7,5 kGy.

Quanto à amostra controle, a intenção de compra decresceu à medida que a dose de radiação aumentou, o que não ficou tão claro quando se observa os dados de intenção de compra da salsa e da cebolinha.

Tabela 9 – Resumo e classificação da intenção de compra da especiaria coentro controle e irradiadas

Especiaria	Positiva	Neutra	Negativa
Coentro controle	46,00%	31,00%	23,00%
Coentro 2,5 kGy	38,00%	19,00%	43,00%
Coentro 5,0 kGy	20,00%	14,00%	66,00%
Coentro 7,5 kGy	12,00%	28,00%	60,00%

Fonte: autora da tese.

A Figura 17 é mostrada a transformação ocorrida com o coentro após o tratamento de irradiação. A primeira imagem apresenta o coentro controle (sem tratamento), e a segunda imagem, o coentro irradiado. Desse modo, pode-se verificar as alterações ocorridas no alimento após o referido tratamento. Com o escurecimento das folhas, a perda de água e as folhas murchas, a aparência do coentro ficou muito comprometida, e isso pode explicar a baixa intenção de compra.

Segundo Tezotto-Uliana et al. (2015, p. 272), “a tolerância à irradiação varia entre as espécies e variedades vegetais. A maioria das frutas e hortaliças *in natura* toleram tratamento de irradiação na dose mínima de 0,25 kGy sem sofrer alterações em sua qualidade”.

Os autores referem que na dose de 2,25 kGy já pode prejudicar a qualidade das hortaliças, o que foi observado com o coentro, diferentemente da salsa e da cebolinha, que resistiram mais ao processo de irradiação, inclusive nas doses superiores de 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy.

Figura 17 – Amostras de coentro controle e irradiadas

Fonte: acervo pessoal da autora.

Após a análise dos dados da intenção de compra das especiarias, utilizando a distribuição de frequência, uma última análise foi feita, a qual é apresentada na Tabela 10. Essa ilustração resume os escores médios das notas que os provadores deram para cada uma das especiarias e seus respectivos tratamentos, bem como o desvio padrão.

Tabela 10 – Escores médios das intenções de compra das especiarias controle e irradiadas

Amostra	Salsa	Cebolinha	Coentro
Controle	3,62±1,35a	3,24±1,28a	3,37±1,28a
2,5 kGy	2,98±1,15b	2,84±1,30b,a	2,96±1,51b,a
5,0 kGy	2,79±1,40c	3,42±1,26c,b	2,22±1,21c,b
7,5 kGy	3,17±1,46d,a	3,07±1,27d,a	2,20±1,22d,c

Fonte: autora da tese.

Nota: letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para a especiaria salsa, a análise de variância indicou uma diferença estatisticamente significativa entre a salsa controle e as irradiadas, e o teste de Tukey evidenciou que houve diferença estatisticamente significativa da salsa controle, com 5% de erro, entre os tratamentos. Ou seja, esta obteve escore médio de intenção de compra maior do que a salsa irradiada com 2,5 kGy e com 5,0 kGy, sendo tal diferença estatisticamente significativa, pois $p < 0,05$.

A salsa irradiada com 7,5 kGy foi a especiaria que recebeu o segundo maior escore médio de intenção de compra, porém não houve diferença estatisticamente significativa em relação à salsa controle ($p > 0,05$). Quando

comparado com o escore médio da intenção de compra da salsa controle, houve diferença estatística significativa entre a salsa controle e as irradiadas com 2,5 kGy e 5,0 kGy, assim como entre os tratamentos.

Para a cebolinha, o teste de Tukey demonstrou que houve diferença estatística significativa entre o escore médio da intenção de compra da cebolinha controle e a irradiada com 5,0 kGy, visto que $p < 0,05$, mas não entre a cebolinha controle e a irradiada com 2,5 kGy e 7,5 kGy.

Entre as cebolinhas irradiadas, não se verificou a diferença estatística entre os escores médios da intenção de compra da cebolinha com o tratamento de 2,5 kGy e de 7,5 kGy, pois $p > 0,05$. Apenas houve diferença estatística significativa em comparação com o tratamento de 5,0 kGy.

Em relação ao coentro, o escore médio de intenção de compra da amostra controle diferiu estatisticamente dos escores médios dos coentros submetidos à irradiação com 5,0 kGy e 7,5 kGy, mas não do tratamento com 2,5 kGy. E a análise estatística comparativa entre os tratamentos com 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy mostrou que essas duas últimas dosagens também diferiram, pois em ambos os casos $p < 0,05$.

Na sequência, os dados da análise sensorial da impressão global (*overall liking*) são apresentados, assim como a avaliação dos atributos das amostras de especiarias controle e as irradiadas.

A impressão global dos provadores a respeito da salsa controle e das irradiadas é apresentada no Gráfico 5 de forma comparativa e em números relativos.

Observou-se que 86% dos provadores julgaram a amostra da salsa controle dentro do escore de aceitação, com apenas 10% dos julgamentos dentro do escore de rejeição.

A seguir, 72% dos provadores julgaram a amostra de salsa irradiada com 2,5 kGy também dentro do escore de aceitação, mas houve um aumento de 9% de rejeição em relação à salsa controle.

O mesmo não aconteceu com as amostras de salsa irradiada com 5,0 kGy e 7,5 kGy, com 58% e 69%, respectivamente, dos julgamentos no escore de aceitação. A salsa irradiada com 5,0 kGy apresentou um aumento de 12% de rejeição e de 16% de indiferença quando comparada à controle.

A salsa irradiada com 7,5 kGy apresentou rejeição de 17%, 7% acima quando comparada ao controle, e 10% a mais de julgamentos no escore de indiferença.

Pode-se verificar para a salsa irradiada, a partir dos dados apresentados no Gráfico 5, que os julgamentos de impressão global dentro dos escores de aceitação decrescem em frequência à medida que a dose de radiação aumenta, mas não de maneira uniforme. Afinal, a salsa com 7,5 kGy, aquela com maior concentração de irradiação, exibe um escore de aceitação maior que a medida anterior de 5,0 kGy, assim como um escore de rejeição de menor frequência.

Gráfico 5 – Histograma de frequência (%) dos escores hedônicos da salsa controle e das irradiadas dos provadores para a impressão global

Fonte: autora da tese.

A impressão global dos provadores a respeito da cebolinha controle e das irradiadas é apresentada no Gráfico 6 de forma comparativa e em números relativos.

Observou-se que 75% dos provadores julgaram a amostra de cebolinha controle dentro do escore de aceitação. Na sequência, também 75% dos provadores julgaram a amostra irradiada com 2,5 kGy dentro do escore de aceitação, inclusive com 10% de frequência de julgamentos dentro do escore de rejeição, menor que a cebolinha controle, que foi de 14%.

Gráfico 6 – Histograma de frequência (%) dos escores hedônicos da cebolinha controle e das irradiadas dos provadores para a impressão global

Fonte: autora da tese.

O mesmo não aconteceu com as amostras de cebolinha com a dose de irradiação de 5,0 kGy e de 7,5 kGy, que obtiveram frequência de julgamento inferior à cebolinha controle e à irradiada com 2,5 kGy.

A cebolinha irradiada com 5,0 kGy obteve uma distribuição de frequência de 67% dentro do escore de aceitação, e a cebolinha irradiada com 7,5 kGy, de 52%. Ademais, foram as cebolinhas irradiadas que apresentaram a maior rejeição de julgamentos no escore de rejeição, entre 16% e 28%, respectivamente.

Nota-se que, em termos da frequência de julgamentos de indiferença, a distribuição apresentou-se crescente à medida que a dosagem de irradiação aumentava.

Esses resultados demonstram a percepção dos provadores conforme foi sendo aplicado o tratamento de irradiação nas amostras, o que aumentou o escore de indiferença nos julgamentos dos provadores em relação à especiaria à medida que as doses de radiação aumentavam.

A impressão global dos provadores a respeito do coentro controle e dos irradiados é apresentado no Gráfico 7 de forma comparativa e em números relativos.

Gráfico 7 – Histograma de frequência (%) dos escores hedônicos do coentro controle e dos irradiados dos provadores para a impressão global

Fonte: autora da tese.

Observou-se que 75% dos provadores julgaram o coentro controle dentro do escore de aceitação.

Na sequência, 59% dos provadores julgaram a amostra de coentro irradiada com 2,5 kGy dentro do escore de aceitação, mas o mesmo não aconteceu com as amostras de 5,0 kGy e de 7,5 kGy. Em ambos os casos, respectivamente, 47% e 22% dos provadores apresentaram o julgamento no escore de aceitação, inclusive foram as que apresentaram a maior distribuição de frequência de julgamento dentro do escore de rejeição, com 40% e 61%, respectivamente.

Para melhor ilustrar esses dados, apresenta-se, na Tabela 11, os escores médios obtidos dos julgamentos dos provadores quanto à impressão global das especiarias.

Observa-se que os escores médios da impressão global diminuem à medida que o tratamento de irradiação é aplicado, quase que de forma proporcional para as três especiarias.

Entre as especiarias, há um decréscimo das médias dos escores da intenção global entre elas, sendo que o coentro foi a que apresentou os menores escores médios.

Tabela 11 – Escores médios da impressão global das especiarias controle e irradiadas

Amostra	Salsa	Cebolinha	Coentro
Controle	7,60±2,02a	7,10±1,90a	7,00±2,20a
2,5 kGy	6,50±1,96b	6,70±1,70a,b	6,40±2,10a,b
5,0 kGy	6,00±1,89b,c,	6,20±1,80b,c	5,20±2,40b,c
7,5 kGy	6,04±2,01c,d	5,80±2,30d	4,00±2,30d

Fonte: autora da tese.

Nota: letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Após a análise de variância, identificou-se que havia diferença estatisticamente significativa entre o controle e entre os tratamentos de irradiação para as três especiarias. Esse fato demonstra que as médias dos escores de aceitação diferem entre si. Além disso, pode-se levantar a hipótese de que tais diferenças são dadas pela percepção dos provadores entre as diferenças dos tratamentos e do controle.

Quando os dados foram submetidos ao teste de Tukey, observou-se que a salsa controle diferiu de modo significativo ($p < 0,05$) das salsas irradiadas. Verificou-se melhor avaliação da impressão global da salsa controle quando comparada com os tratamentos de irradiação com 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy. A partir desses dados, pode-se inferir que, como não há diferença estatística entre as salsas irradiadas, os provadores não conseguiram perceber a diferença entre elas em relação às doses aplicadas.

Para a cebolinha, após a análise de variância, identificou-se que havia diferença estatística significativa entre a cebolinha controle e entre os tratamentos.

O teste de Tukey indicou que a cebolinha controle diferiu de modo significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos de irradiação com 5,0 kGy e 7,5 kGy, mas não com 2,5 kGy.

Os provadores podem não ter percebido a aplicação da irradiação na cebolinha na dose de 2,5 kGy, mas, à medida que a dosagem aumentava, as alterações na planta eram perceptíveis.

Quanto ao coentro, após a análise de variância, identificou-se que havia diferença estatística significativa entre o coentro controle e entre os coentros submetidos ao tratamento de irradiação.

O teste de Tukey, indicou que o coentro controle diferiu de modo significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos de 5,0 kGy e 7,5 kGy, mas não o de 2,5 kGy.

A melhor avaliação da impressão global foi do coentro controle e do irradiado com a dose de 2,5 kGy.

Entre os escores médios da impressão global dos coentros irradiados, comparando-se os três tratamentos, notou-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) também entre os tratamentos de 5,0 kGy e 7,5 kGy. Isso indica uma piora da média da impressão global dos coentros irradiados à medida que as doses de irradiação eram alteradas. Desse modo, os provadores podem ter percebido com maior evidência as alterações na planta conforme a dose de radiação era aumentada.

Além disso, o escore médio da impressão global dos coentros irradiados com 5,0 kGy e com 7,5 kGy foram os menores quando comparados com a salsa e a cebolinha irradiadas com 5,0 kGy e 7,5 kGy.

4.2.1.2 Interpretação dos resultados do *penalty analysis*

A apresentação e a interpretação da análise estatística utilizando-se o *penalty analysis* inicia-se pelo estudo da salsa, depois da cebolinha, terminando com o coentro, acompanhado pela discussão dos resultados da análise sensorial.

Na Tabela 12, apresenta-se os dados da matriz de correlação da impressão global (escore hedônico) entre os atributos aromam e cor avaliados pelos provadores na análise sensorial, levando-se em consideração a escala JAR para a salsa irradiada com 2,5 kGy.

Tabela 12 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria salsa irradiada com 2,5 kGy

Variáveis	Escore Hedônico
Escore Hedônico	1
Salsa Aroma 2,5 kGy	0,386
Salsa Cor 2,5 kGy	0,199

Fonte: *software* XLSAT (2019).

Nota: os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha = 0,05$.

As estatísticas para os dados de impressão global e as variáveis JAR são apresentadas na Tabela 12. Nesta, tem-se a apresentação da correlação do escore hedônico com respeito às variáveis (JAR), que indica o impacto dos escores

hedônicos dos atributos na média da impressão global (podendo ser “alto” ou “baixo”) e a direção dessa influência (“muito” ou “muito pouco”).

De acordo com essa matriz, os valores das correlações do escore hedônico com os atributos cor e aroma indicam que estes tiveram, respectivamente, baixo (0,199) e moderado (0,386) impactos sobre o escore médio da impressão global para a salsa irradiada com 2,5 kGy, sendo que a maior correlação positiva apresentada foi para o atributo aroma para as amostras. Isso mostra que esses atributos, ainda que tivessem uma correlação fraca, produziram efeitos negativos sobre os julgamentos dos provadores a respeito da impressão global da salsa irradiada com 2,5 kGy

Porém, tal aumento não representa uma relação fortemente monotônica entre o escore hedônico e os atributos, visto que, pela correlação e pelos dados da Tabela 13, a qual será apresentada mais adiante, o nível “muito” pouco da escala JAR contribuiu para o aumento do escore (hedônico, causando, inclusive, uma diminuição na média (escore).

No Gráfico 8, mostra-se a distribuição de frequência para cada um dos atributos da especiaria salsa irradiada com 2,5 kGy para os níveis JAR.

Verifica-se que, para o aroma da salsa irradiada com 2,5 kGy, 12% dos provadores indicaram o atributo como “ideal” (3), enquanto mais da metade dos provadores (57%) indicou “muito menos aromático do que eu gosto” (1) e “menos aromático do que eu gosto” (2) e 17% apontaram “muito mais aromático do que eu gosto” (5).

Gráfico 8 – Histograma da distribuição da frequência dos julgamentos dos atributos cor e aroma dos provadores (n=120) sobre a especiaria salsa irradiada com 2,5 kGy, de acordo com a escala JAR

Fonte: software XLSTAT (2019).

Para o atributo cor da salsa irradiada com 2,5 kGy, 47% dos provadores julgaram esse atributo na escala “ideal” (3), 28% na escala “muito menos (2) ou extremamente mais clara do que eu gosto” (1) e apenas 8% “muito mais escura do que eu gosto” (5).

No Gráfico 9, expõe-se os dados da escala JAR agrupados, o que permite uma melhor visualização da opinião dos provadores a respeito dos atributos aroma e cor da salsa irradiada com 2,5 kGy. Pode-se observar que, na escala JAR, o atributo cor apresenta uma porcentagem bem maior na escala do “ideal” (3).

Quanto ao atributo aroma, 58% dos provadores indicaram que a presença dele estava “demasiadamente pouco” nas amostras, 31% dos provadores julgaram “muito mais aromático do que eu gosto”. Já para a cor, 26% dos provadores julgaram a amostra “muito mais escura do que eu gosto”, 47% como “ideal” e 26% como “demasiadamente pouco”.

Gráfico 9 – Histograma de distribuição da frequência da escala JAR para a salsa irradiada com 2,5 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

Encaminha-se para a análise das penalidades dos atributos (*penalty analysis*) e a influência da cor e aroma na média do escore hedônico da impressão global que os provadores (n=120) tiveram da salsa irradiada com 2,5 kGy, que são apresentadas na Tabela 13 e no Gráfico 10.

Os efeitos dos julgamentos dos atributos sensoriais cor e aroma na média do escore hedônico da impressão global para a salsa irradiada com 2,5 kGy foram calculados para os níveis “muito” e “muito pouco”, que é a diferença entre a média de impressão global para os níveis JAR menos os níveis “muito” ou muito pouco”.

Essa informação é relevante, pois mostra como muitos pontos de impressão global foram perdidos por haver, na salsa, os atributos cor e aroma julgados ou “muito bom” ou “muito ruim” por alguns provadores.

A penalidade é uma diferença ponderada das médias, ou seja, média das impressões para JAR menos a média das impressões globais para os outros dois níveis tomados conjuntamente.

Apresenta-se, na Tabela 13, as penalidades da salsa irradiada com 2,5 kGy. A análise dos dados mostra que o atributo cor foi o que apresentou influência significativa ($p=0,008$) sobre a média do escore hedônico da impressão global. Assim, 27,50% dos provadores acharam que a cor da amostra estava muito mais clara do que eles gostavam.

Tabela 13 – Tabela de penalidades da salsa irradiada com 2,5 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escore Hedônico)	Média (Escore Hedônico)
Salsa Aroma 2,5 kGy	Pouco	69	57,50%	420,000	6,087
	Ideal	14	11,67%	100,000	7,143
	Muito	37	30,83%	260,000	7,027
Salsa Cor 2,5 kGy	Pouco	33	27,50%	184,000	5,576
	Ideal	56	46,67%	392,000	7,000
	Muito	31	25,83%	204,000	6,581

Fonte: software XLSAT (2019).

No Gráfico 10, ilustra-se os efeitos de média plotados como função das porcentagens dos provadores que deram respostas a cada atributo sensorial do produto avaliado (salsa 2,5 kGy).

Gráfico 10 – Efeitos na média versus porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da salsa irradiada com 2,5 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

A maioria dos provadores (60%) julgou que o aroma estava “demasiadamente pouco”, e 27,5% consideraram que a cor estava “demasiadamente pouco”.

Para uma melhor análise e discussão do Gráfico 10, faz-se necessário esclarecer que os departamentos de desenvolvimento de produtos das indústrias de alimentos utilizam um padrão para avaliação contido, por exemplo, em gráficos gerados pelo software XLSTAT. Tal padrão consiste em estabelecer dois limites: o

primeiro refere-se a uma frequência de penalização mínima de 20% dos julgamentos, representada por uma linha tracejada no eixo das ordinárias, a partir da qual tem-se um impacto significativo no efeito de penalização da média; já o segundo consiste de um valor crítico de um ponto na média estabelecido no eixo das abscissas.

Os atributos que estão na parte superior (por exemplo, a partir de um ponto no efeito na média) do primeiro quadrante do Gráfico 10 e à direita da linha de corte tracejada estão no que se considera *critical corner*. Em outras palavras, são os atributos penalizados com mais de um ponto no efeito da média e por mais de 20% dos consumidores.

Observando o Gráfico 10, nota-se que o atributo aroma foi o que mais penalizou o escore hedônico da salsa irradiada com 2,5 kGy.

Os dados da matriz de correlação da impressão global (escore hedônico) com os atributos aroma e cor avaliados pelos provadores na análise sensorial, levando-se em consideração a escala JAR para a salsa irradiada com 5,0 kGy, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Matriz de correlação dos atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria salsa irradiada com 5,0 kGy

Variáveis	Escore Hedônico
Escore Hedônico	1
Salsa Aroma 5,0 kGy	0,148
Salsa Cor 5,0 kGy	0,182

Fonte: software XLSAT (2019).

Nota: os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Na Tabela 14, tem-se a representação da matriz de correlação do escore hedônico com respeito às variáveis (JAR). Essa matriz indica o nível de influência das variáveis (atributos) no escore hedônico, o qual pode ser “alto” ou “baixo”, e a direção dessa influência (“muito” ou “muito pouco”).

Analisando tal matriz, percebe-se que os valores das correlações do escore hedônico com os atributos cor e aroma indicam que estes tiveram baixo impacto sobre a impressão global das especiarias. No caso do atributo cor, a maior correlação positiva apresentada foi para as amostras de salsa irradiada com 5,0

kGy. Isso mostra que tais atributos, ainda que com uma correlação fraca, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR.

No Gráfico 11, apresenta-se a distribuição da frequência para cada um dos atributos da especiaria salsa irradiada com 5,0 kGy para os níveis hedônicos JAR. A partir dessa ilustração, verifica-se que, para o aroma da salsa irradiada com 5,0 kGy, apenas 13% dos provadores indicaram o atributo “ideal” e “muito mais ou mais aromático do que eu gosto”, enquanto mais da metade dos provadores (63%) assinalou “muito menos ou menos aromático do que eu gosto”. Já para a cor, 44% consideraram o atributo como “ideal”, 7% como “muito mais escura do que eu gosto” e 39% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

Gráfico 11 – Histograma da distribuição da frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da especiaria salsa irradiada com 5,0 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

No Gráfico 12, mostra-se os dados da escala JAR agrupados, o que permite uma melhor visualização da opinião dos provadores a respeito dos atributos aroma e cor da salsa irradiada com 5,0 kGy.

Desse modo, com base no Gráfico 12, observa-se que, na escala JAR, o atributo cor apresenta uma porcentagem bem maior na escala do “ideal” em relação ao aroma, 63% dos provadores indicaram que a presença do atributo

estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 39% da cor, 44% dos provadores indicaram a cor como “ideal” e 13% para o aroma, os dados agrupados para o “muito mais” ou “mais”, corresponderam a 24% dos provadores para o aroma e 17% para a cor.

Gráfico 12 – Histograma de distribuição da frequência da escala JAR para a salsa irradiada com 5,0 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

Os níveis dos atributos cor e aroma do teste de penalidades são apresentados na Tabela 15 (sendo a significância calculada para ambos os atributos cor $p=0,04$ e aroma $p=0,04$). Observa-se que 63,33% dos provadores julgaram o atributo aroma como “muito menos aromático do que eu gosto”, o que influenciou de forma negativa a impressão global da mostra, e 39,17% dos provadores consideraram o atributo cor como “muito mais clara do que eu gosto”.

Tabela 15 – Tabela de penalidades da salsa irradiada com 5,0 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escore Hedônico)	Média (Escore Hedônico)
Salsa Aroma 5,0 kGy	Pouco	76	63,33%	439,000	5,776
	Ideal	15	12,50%	104,000	6,933
	Muito	29	24,17%	180,000	6,207
Salsa Cor 5,0 kGy	Pouco	47	39,17%	266,000	5,660
	Ideal	53	44,17%	340,000	6,415
	Muito	20	16,67%	117,000	5,850

Fonte: software XLSAT (2019).

No Gráfico 13, apresenta-se as penalidades. Pode-se observar que o aroma foi o atributo que mais penalizou o escore hedônico da impressão global da salsa irradiada com 5,0 kGy.

Gráfico 13 – Efeitos na média hedônica versus porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da salsa irradiada com 5,0 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

Por fim, a última análise de penalidades para a especiaria salsa, está apresentada na Tabela 16.

Tabela 16 – Matriz de correlação dos atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria salsa irradiada com 7,5 kGy

Variáveis	Escore Hedônico
Escore Hedônico	1
Salsa Aroma 7,5 kGy	0,144
Salsa Cor 7,5 kGy	-0,270

Fonte: *software XLSAT* (2019).

Nota: Os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Analisando a Tabela 16, nota-se que os valores das correlações do escore hedônico com os atributos cor e aroma indicam que estes tiveram baixo impacto sobre a impressão global das especiarias respectivamente, sendo a maior correlação positiva apresentada para o atributo aroma para as amostras de salsa irradiada com 7,5 kGy. Isso mostra que esses atributos, ainda que com uma correlação fraca, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR, inclusive negativo para o atributo cor, o que mostra uma correlação oposta entre cor e escore hedônico.

No Gráfico 14, apresenta-se a distribuição da frequência para cada um dos atributos da especiaria salsa irradiada com 7,5 kGy para os níveis hedônicos JAR. Verifica-se que, para o aroma da salsa irradiada com 7,5 kGy, apenas 18% dos provadores indicaram o atributo aroma “ideal”, 34% apontaram “muito mais ou mais aromático do que eu gosto”, enquanto 49% atribuíram “muito menos ou menos aromático do que eu gosto”. Quanto à cor, 59% consideraram esse atributo como “ideal”, 25% como “muito mais escura do que eu gosto” e 16% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

Gráfico 14 – Histograma da distribuição da frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da especiaria salsa irradiada com 7,5 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

No Gráfico 15, mostra-se os dados da escala JAR agrupados, o que possibilita melhor visualização da opinião dos provadores quanto aos atributos aroma e cor da salsa irradiada com 7,5 kGy. Isso indica que, na escala JAR, o atributo cor apresenta uma porcentagem bem maior na escala do “ideal” em relação ao aroma.

Desse modo, 49% dos provadores indicaram que a presença do atributo aroma estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 16% da cor, 59% dos provadores apontaram a cor como ideal e 18%, o aroma. Os dados agrupados para o “muito mais” ou “mais” corresponderam a 33% dos provadores para o aroma e 25% para a cor.

Gráfico 15 – Histograma de distribuição da frequência da escala JAR para a salsa irradiada com 7,5 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

Os níveis dos atributos cor e aroma do teste de penalidades para a salsa irradiada com 7,5 kGy são apresentados na Tabela 17 (sendo a significância calculada para o atributo cor $p=0,01$). Assim, 25% dos provadores julgaram-na da seguinte forma: “muito mais escura do que eu gosto”, e isso influenciou de forma negativa a impressão global da amostra.

Tabela 17 – Tabela de penalidades da salsa irradiada com 7,5 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escore Hedônico)	Média (Escore Hedônico)
Salsa Aroma 7,5 kGy	Pouco	59	49,17%	355,000	6,017
	Ideal	21	17,50%	146,000	6,952
	Muito	40	33,33%	263,000	6,575
Salsa Cor 7,5 kGy	Pouco	19	15,83%	126,000	6,632
	Ideal	71	59,17%	478,000	6,732
	Muito	30	25,00%	160,000	5,333

Fonte: software XLSAT (2019).

No Gráfico 16, ilustra-se as penalidades. Pode-se observar que a cor foi o atributo que mais penalizou o escore hedônico da impressão global da salsa irradiada com 7,5 kGy. Entretanto, pela primeira vez entre todas as doses da salsa

irradiada, a 7,5 kGy apresentou um atributo, sua cor, que influenciou negativamente o escore hedônico de impressão global devido a este apresentar-se em uma intensidade maior que a desejada pelos provadores, em contraste com as outras amostras de salsa irradiadas com 2,5 kGy e 5,0 kGy, nas quais essa penalização deu-se pela menor intensidade do que a desejada.

Gráfico 16 – Efeitos na média hedônica versus percentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da salsa irradiada com 7,5 kGy

Fonte: software XLSAT (2019).

A seguir, na Tabela 18, apresenta-se as análises de penalidades da cebolinha irradiada com 2,5 kGy.

Tabela 18 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a especiaria cebolinha irradiada com 2,5 kGy

Variáveis	Escala Hedônica
Escala Hedônica	1
Cebolinha Aroma 2,5 kGy	-0,134
Cebolinha Cor 2,5 kGy	-0,045

Fonte: software XLSTAT (2019).

Nota: os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05.

Analisando a Tabela 18, pode-se observar que os valores das correlações entre o escore hedônico e os atributos cor e aroma indicam que estes tiveram baixo impacto na impressão global das amostras da cebolinha irradiada com 2,5 kGy, sendo que a maior correlação apresentada foi para o atributo aroma. Isso indica que tais atributos, ainda que com uma correlação fraca, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR, inclusive negativo para o atributo cor e aroma, mostrando uma correlação oposta entre cor e aroma e o escore hedônico.

Mostra-se, no Gráfico 17, a distribuição de frequência para cada um dos atributos da especiaria cebolinha irradiada com 2,5 kGy para os níveis hedônicos JAR.

Gráfico 17 – Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da cebolinha irradiada com 2,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

A partir do Gráfico 17, verifica-se que, para o aroma da cebolinha irradiada com 2,5 kGy, apenas 23% dos provadores indicaram o atributo aroma “ideal”, 34% como “muito mais ou mais aromático do que eu gosto” e 42% dos provadores apontaram “muito menos ou menos aromático do que eu gosto”. Já para a cor, 41% indicaram-na como “ideal”, 25% como “muito mais ou mais escura do que eu gosto” e 37% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

No Gráfico 18, apresenta-se os dados da escala JAR agrupados, o que permite melhor visualização da opinião dos provadores quanto aos atributos aroma e cor da cebolinha irradiada com 2,5 kGy. Desse modo, na escala JAR, o atributo cor apresenta uma porcentagem bem maior na escala do “ideal” em relação ao aroma. Assim, 37% dos provadores indicaram que a presença do atributo cor estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 43% do aroma no mesmo nível JAR, 41% dos provadores consideraram a cor como “ideal” e 23%, o aroma. Os dados agrupados para o “muito mais” ou “mais”, corresponderam a 34% dos provadores para o aroma e 23% para a cor.

Gráfico 18 – Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para a cebolinha irradiada com 2,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Na Tabela 19, são apresentados os níveis dos atributos cor e aroma do teste de penalidades da cebolinha irradiada com 2,5 kGy são apresentados.

Observa-se, que com a significância calculada para o atributo cor ($p=0,02$), 34,17% dos provadores julgaram-na como “muito mais escura do que eu gosto”. E isso influenciou de forma negativa na impressão global da amostra em função de o atributo apresentar uma intensidade além da desejada pelos provadores e, assim, influenciar negativamente na impressão global da cebolinha irradiada com 2,5 kGy.

Tabela 19 – Tabela de penalidades da cebolinha irradiada com 2,5 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escala hedônica)	Média (Escala hedônica)
Cebolinha Aroma 2,5 kGy	Pouco	51	42,50%	364,000	7,137
	Ideal	28	23,33%	170,000	6,071
	Muito	41	34,17%	273,000	6,659
Cebolinha Cor 2,5 kGy	Pouco	44	36,67%	298,000	6,773
	Ideal	49	40,83%	341,000	6,959
	Muito	27	22,50%	168,000	6,222

Fonte: *software XLSTAT (2019).*

No Gráfico 19, no qual se ilustram as penalidades, observa-se que a cor foi o atributo considerado “ideal” pela maioria dos provadores para a cebolinha irradiada com 2,5 kGy, não chegando a penalizar em mais de 1,0 ponto o escore hedônico e sem indicar significância, pois o valor de “p” calculado foi igual a 0,22. Por outro lado, pode-se verificar que o “pouco aroma” da especiaria penalizou negativamente a média hedônica da amostra.

Gráfico 19 – Efeitos na média hedônica versus percentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da cebolinha irradiada com 2,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

A partir da Tabela 20, são apresentados os resultados da análise sensorial das penalidades da cebolinha irradiada com 5,0 kGy.

Tabela 20 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a cebolinha irradiada com 5,0 kGy

Variáveis	Escala Hedônica
Escala Hedônica	1
Cebolinha Aroma 5,0 kGy	0,138
Cebolinha Cor 5,0 kGy	0,033

Fonte: software XLSTAT (2019).

Na Tabela 20, apresenta-se os valores das correlações entre o escore hedônico e os atributos cor e aroma. Nota-se o baixo impacto da correlação dos atributos na impressão global da amostra de cebolinha com 5,0 kGy.

Porém, observa-se maior correlação positiva apresentada para o atributo aroma para as amostras de cebolinha irradiada com 5,0 kGy. Isso indica que tais atributos, ainda que com uma correlação fraca ou de baixo impacto, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR.

No Gráfico 20, observa-se a distribuição de frequência para cada um dos atributos da especiaria salsa irradiada com 5,0 kGy para os níveis hedônicos JAR.

Gráfico 20 – Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da cebolinha irradiada com 5,0 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Verifica-se, no Gráfico 20, que, para o aroma da cebolinha irradiada com 5,0 kGy, apenas 28% dos provadores indicaram o atributo aroma como “ideal”, 38% como “muito mais ou mais aromático do que eu gosto”, enquanto 33% apontaram “muito menos ou menos aromático do que eu gosto”. No caso da cor, 38% indicaram-na como “ideal”, 47% como “muito mais escura do que eu gosto” e 26% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

Já no Gráfico 21 apresenta-se os dados da escala JAR agrupados, o que possibilita melhor visualização da opinião dos provadores a respeito dos atributos aroma e cor da cebolinha irradiada com 5,0 kGy. Isso mostra que, na escala JAR, o atributo cor apresenta uma porcentagem maior na escala do “ideal” em relação ao aroma: 33% dos provadores indicaram que a presença do atributo estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 16% da cor, 38% dos provadores indicaram a cor como “ideal” e 28% apontaram o aroma. Os dados agrupados para o “muito mais” ou “mais” corresponderam a 38% dos provadores para o aroma e 47% para a cor.

Gráfico 21 – Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para a cebolinha irradiada com 5,0 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Na Tabela 21, apresenta-se os níveis dos atributos cor e aroma do teste de penalidades para a cebolinha 5,0 kGy. Não se observa significância para as diferenças entre os atributos, porém 46% dos provadores julgaram a cor “muito mais escura do que eu gosto”, o que influenciou de forma negativa a impressão global da amostra, e 38% sinalizaram “muito mais aromático do que eu gosto”.

Tabela 21 – Tabela de penalidades da cebolinha irradiada com 5,0 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escala Hedônica)	Média (Escala Hedônica)
Cebolinha Aroma 5,0 kGy	Pouco	40	33,33%	239,000	5,975
	Ideal	34	28,33%	211,000	6,206
	Muito	46	38,33%	298,000	6,478
Cebolinha Cor 5,0 kGy	Pouco	19	15,83%	106,000	5,579
	Ideal	45	37,50%	298,000	6,622
	Muito	56	46,67%	344,000	6,143

Fonte: software XLSTAT (2019).

No Gráfico 22, em que se ilustram as penalidades, pode-se observar que, apesar de muitos provadores terem julgado os atributos cor e aroma com uma intensidade maior que o desejado (ideal), não houve significância estatística ($p > 0,05$) para afirmar a influência desses atributos ($p = 0,064$ e $p = 0,916$).

respectivamente) penalizando o escore hedônico. Menos de 20% dos provadores penalizaram a média hedônica por falta de cor, 56% por cor em demasia, porém menos de 1,0 ponto na média.

Gráfico 22 – Efeitos na média hedônica versus porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da cebolinha irradiada com 5,0 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

E por último, apresenta-se a análise dos resultados da cebolinha irradiada com 7,5 kGy começando pela Tabela 22.

Tabela 22 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para a cebolinha irradiada com 7,5 kGy

Variáveis	Escala Hedônica
Escala Hedônica	1
Cebolinha Aroma 7,5 kGy	0,300
Cebolinha Cor 7,5 kGy	-0,089

Fonte: software XLSTAT (2019).

Nota: os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05.

Quando se analisa a Tabela 22, nota-se que os valores das correlações entre o escore hedônico e os atributos cor e aroma indicam que estes tiveram baixo impacto na impressão global das amostras da cebolinha irradiada com 7,5 kGy, sendo que a maior correlação positiva apresentada foi para o atributo aroma.

Esses resultados indicam que tais atributos, ainda que com uma correlação fraca, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR, inclusive negativo para o atributo cor, o que aponta uma correlação oposta entre cor e escore hedônico.

No Gráfico 23 apresenta-se, a distribuição de frequência para cada um dos atributos da especiaria cebolinha irradiada com 7,5 kGy para os níveis hedônicos JAR. Verifica-se que, para o aroma da salsa irradiada com 7,5 kGy, apenas 24% dos provadores indicaram o atributo aroma “ideal”, 62% como “muito mais ou mais aromático do que eu gosto”, enquanto 24% dos provadores apontaram “muito menos ou menos aromático do que eu gosto”. Já para a cor, 32% consideraram-na como “ideal”, 51% como “muito mais escura do que eu gosto” e 18% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

Gráfico 23 – Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito da cebolinha irradiada com 7,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

No Gráfico 24, expõe-se os dados da escala JAR agrupados, o que possibilita uma melhor visualização da opinião dos provadores a respeito dos atributos aroma e cor da cebolinha irradiada com 7,5 kGy. Isso indica que, na escala JAR, o atributo cor apresenta uma porcentagem maior na escala do “ideal” em

relação ao aroma, sendo que 24% dos provadores indicaram que a presença do atributo estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 18% da cor, 32% dos provadores indicaram a cor como ideal e 24% para o aroma. Os dados agrupados para o “muito mais” ou “mais” corresponderam a 52% dos provadores para o aroma e 51% para a cor.

Gráfico 24 – Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para a cebolinha irradiada com 7,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Na Tabela 23, apresenta-se os níveis do atributo cor e aroma do teste de penalidades. Observa-se a significância para o atributo cor (calculado $p=0,008$) indicando a penalidade sobre o escore hedônico da impressão global. Do total dos provadores, 51% deles julgaram o atributo cor “muito mais escura do que eu gosto”, o que influenciou de forma negativa a impressão global da amostra, sendo esse um atributo que apresentou uma intensidade além da desejada pelos provadores e, assim, influenciou negativamente a impressão global da cebolinha irradiada com 7,5 kGy.

Tabela 23 – Tabela de penalidades da cebolinha irradiada com 7,5 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escala Hedônica)	Média (Escala Hedônica)
Cebolinha Aroma 7,5 kGy	Pouco	29	24,17%	136,000	4,690
	Ideal	29	24,17%	171,000	5,897
	Muito	62	51,67%	383,000	6,177
Cebolinha Cor 7,5 kGy	Pouco	21	17,50%	107,000	5,095
	Ideal	38	31,67%	249,000	6,553
	Muito	61	50,83%	334,000	5,475

Fonte: *software XLSTAT (2019).*

No Gráfico 25, no qual são ilustradas as penalidades para os atributos cor e aroma da cebolinha 7,5 kGy, pode-se observar que a falta da cor foi o atributo que mais penalizou o escore hedônico da impressão global da cebolinha irradiada com 7,5 kGy, porém por menos de 20% dos provadores. Por outro lado, pelo excesso de cor, mais de 40% dos provadores julgaram esse atributo, mas a penalização na média foi inferior a 1,0 ponto.

Gráfico 25 – Efeitos na média hedônica versus porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma da cebolinha irradiada com 7,5 kGy

Fonte: *software XLSTAT (2019).*

Na sequência, realiza-se a análise sensorial final das penalidades para a especiaria coentro, iniciando-se pelo irradiado com a dose de 2,5 kGy (Tabela 24).

Tabela 24 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para o coentro irradiado com 2,5 kGy

Variáveis	Escala Hedônica
Escala Hedônica	1
Coentro Aroma 2,5 kGy	0,415
Coentro Cor 2,5 kGy	0,181

Fonte: *software XLSTAT (2019).*

Nota: os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha=0,05$.

Ao analisar a Tabela 24, é possível notar que os valores das correlações entre o escore hedônico e os atributos aroma e cor indicam que estes tiveram, respectivamente, médio e baixo impacto na impressão global das amostras do coentro irradiado com 2,5 kGy, sendo que a maior correlação positiva apresentada foi para o atributo aroma. Isso indica que esses atributos, ainda que com uma correlação fraca, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR.

A distribuição de frequência para cada um dos atributos do coentro irradiado com 2,5 kGy para os níveis hedônicos JAR é apresentada no Gráfico 26. Verifica-se que, para o atributo aroma, houve uma distribuição bem equilibrada dos escores JAR, destacando-se 32% dos provadores indicando tal atributo como “muito mais aromático do que eu gosto” contra 13% apontando “muito menos aromático do que eu gosto”, enquanto, para o atributo cor, apenas 3% dos provadores indicaram “muito mais escura do que eu gosto”, 40% como “ideal” e 13% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

Gráfico 26 – Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito do coentro irradiado com 2,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

No Gráfico 27, expõe-se os dados da escala JAR agrupados, o que possibilita melhor visualização da opinião dos provadores a respeito dos atributos aroma e cor do coentro irradiado com 2,5 kGy. Percebe-se que, na escala JAR, o atributo aroma apresenta 15% dos provadores indicando-o na escala do “ideal”, sendo que 32% dos provadores indicaram que a presença desse mesmo atributo estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 48% na mesma escala no caso da cor, já 40% dos provadores indicaram a cor como ideal. Por fim, os dados agrupados para o “muito mais” ou “mais” corresponderam a 53% dos provadores para o aroma e 12% para a cor.

Gráfico 27 – Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para o coentro irradiado com 2,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Na tabela 25, apresenta-se os níveis dos atributos cor e aroma do teste de penalidades. Observa-se que houve efeito significativo na média da impressão global dessa especiaria para o atributo cor, pois o valor de p-valor calculado para esse caso é $p=0,001$, e, apesar de 40% dos provadores indicarem que o atributo se apresentava no nível ideal, 11,67% dos provadores julgaram-no “muito mais escura do que eu gosto”, e 48,33% consideraram-no como pouco. Assim, a cor foi um atributo que apresentou uma intensidade aquém da desejada pelos provadores, o que influenciou de forma negativa na impressão global da amostra.

Para o caso do atributo aroma na mesma amostra de coentro com 2,5 kGy, o resultado não foi significativo, pois o p-valor calculado é de $p=0,354$.

Tabela 25 – Tabela de penalidades do coentro irradiado com 2,5 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escala Hedônica)	Média (Escala Hedônica)
Coentro Aroma 2,5 kGy	Pouco	38	31,67%	198,000	5,211
	Ideal	18	15,00%	123,000	6,833
	Muito	64	53,33%	447,000	6,984
Coentro Cor 2,5 kGy	Pouco	58	48,33%	345,000	5,948
	Ideal	48	40,00%	346,000	7,208
	Muito	14	11,67%	77,000	5,500

Fonte: software XLSTAT (2019).

As penalidades são ilustradas no Gráfico 28. Observa-se que a cor foi o atributo que mais penalizou o escore hedônico da impressão global do coentro irradiado com 2,5 kGy. Tal atributo influenciou o escore hedônico de impressão global devido ao fato de apresentar-se numa intensidade menor que a desejada pelos provadores (58%), com penalização superior a 1,0 ponto.

Gráfico 28 – Efeitos na média hedônica versus porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma do coentro irradiado com 2,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Analisando a Tabela 26, percebe-se que os valores das correlações entre o escore hedônico e os atributos cor e aroma indicam que estes tiveram baixo impacto na impressão global das amostras do coentro irradiado com 5,0 kGy, sendo que a maior correlação positiva apresentada foi para o atributo aroma. Isso indica que esses atributos, ainda que com uma correlação fraca, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR, inclusive negativo para o atributo cor, mostrando uma correlação oposta entre cor e escore hedônico.

Tabela 26 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para o coentro irradiado com 5,0 kGy

Variáveis	Escala Hedônica
Escala Hedônica	1
Coentro Aroma 5,0 kGy	0,290
Coentro Cor 5,0 kGy	-0,063

Fonte: software XLSTAT (2019).

Nota: os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No Gráfico 29, apresenta-se a distribuição de frequência para cada um dos atributos da especiaria coentro irradiado com 5,0 kGy para os níveis hedônicos JAR. Verifica-se que, para o aroma, apenas 15% dos provadores indicaram esse atributo “ideal”, 41% declararam “muito mais ou mais aromático do que eu gosto”, enquanto 43% dos provadores apontaram “muito menos ou menos aromático do que eu gosto”. Já para a cor, 44% indicaram-na como “ideal”, 39% como “muito mais escura do que eu gosto” e 17% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

Gráfico 29 – Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos atributos aroma e cor a respeito do coentro irradiado com 5,0 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

No Gráfico 30, expõe-se os dados da escala JAR agrupados, o que possibilita melhor visualização da opinião dos provadores a respeito dos atributos aroma e cor do coentro irradiado com 5,0 kGy.

Observa-se que 43% dos provadores indicaram que a presença do atributo aroma estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 17% que declararam isso em relação à cor, 44% dos provadores indicaram a cor como ideal e 15%, o aroma. No caso dos dados agrupados, “muito mais” ou “mais” corresponderam a 42% dos provadores para o aroma e 39% para a cor.

Gráfico 30 – Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para o coentro irradiado com 5,0 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Na Tabela 27, são mostrados os níveis dos atributos cor e aroma do teste de penalidades. Observa-se a significância para ambos: cor ($p=0,03$) e aroma ($p=0,003$). Ou seja, eles contribuíram significativamente para a penalização da impressão global do coentro irradiado com 5,0 kGy.

Conforme se verifica nessa ilustração, 39,17% dos provadores julgaram o atributo cor “muito mais escura do que eu gosto”, o que influenciou de forma negativa a impressão global da amostra. No caso do aroma, 43,33% dos provadores consideraram o atributo muito “menos do que eu gostaria”.

Tabela 27 – Tabela de penalidades do coentro irradiado com 5,0 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escala Hedônica)	Média (Escala Hedônica)	Efeitos na Média
Coentro Aroma 5,0 kGy	Pouco	52	43,33%	214,000	4,115	2,662
	Ideal	18	15,00%	122,000	6,778	
	Muito	50	41,67%	290,000	5,800	0,978
Coentro Cor 5,0 kGy	Pouco	20	16,67%	100,000	5,000	0,755
	Ideal	53	44,17%	305,000	5,755	
	Muito	47	39,17%	221,000	4,702	1,053

Fonte: software XLSTAT (2019).

A seguir, no Gráfico 31, ilustra-se as penalidades. Pode-se observar que o aroma foi o atributo que mais penalizou o escore hedônico da impressão global do coentro irradiado com 5,0 kGy, em 2,5 pontos, devido à sua falta, seguido pelo atributo cor, que também penalizou o escore hedônico em 1,0 ponto, mas por se apresentar mais forte do que o desejado pelos provadores.

Gráfico 31 – Efeitos na média hedônica versus porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma do coentro irradiado com 5,0 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

E, por fim, realiza-se a análise de penalidades das amostras do coentro irradiado com 7,5 kGy iniciando-se pela Tabela 28, a qual apresenta a matriz de correlação entre os atributos e o escore hedônico da impressão global. Os valores das correlações entre o escore hedônico e os atributos cor e aroma indicam que estes tiveram baixo impacto na impressão global da especiaria, sendo que a maior correlação positiva apresentada foi para o atributo aroma. Isso demonstra que esses atributos, ainda que com uma correlação fraca, produziram efeitos no escore hedônico da escala JAR.

Tabela 28 – Matriz de correlação entre os atributos sensoriais cor e aroma na impressão global dos provadores (n=120) para o coentro irradiado com 7,5 kGy

Variáveis	Escala Hedônica
Escala Hedônica	1
Coentro Aroma 7,5 kGy	0,329
Coentro Cor 7,5 kGy	0,111

Fonte: software XLSTAT (2019).

Nota: os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância $\alpha=0,05$.

No Gráfico 32, demonstra-se a distribuição de frequência para cada um dos atributos da especiaria coentro irradiado com 7,5 kGy para os níveis hedônicos JAR. Verifica-se que, para o aroma, apenas 13% dos provadores indicaram o atributo aroma como “ideal”, 29% como “muito mais ou mais aromático do que eu gosto” e 58% como “muito menos ou menos aromático do que eu gosto”. Já para a cor, 13% apontaram esse atributo como “ideal” e 57% como “muito mais e mais escura do que eu gosto” e 31% como “muito mais ou mais clara do que eu gosto”.

Gráfico 32 – Histograma da distribuição de frequência dos julgamentos dos provadores para os atributos aroma e cor (n=120) a respeito do coentro irradiado com 7,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Os dados da escala JAR agrupados estão presentes no Gráfico 33, o qual permite melhor visualização da opinião dos provadores sobre os atributos aroma e cor do coentro irradiado com 7,5 kGy. Nota-se que, na escala JAR, os atributos aroma e cor apresentaram uma porcentagem igual na escala do “ideal”, sendo 13% para ambos, enquanto 58% dos provadores indicaram que a presença

do atributo aroma estava “demasiadamente pouco” na amostra contra os 30% no mesmo nível para a cor, e os dados agrupados para o “muito mais” ou “mais” corresponderam a 29% dos provadores para o aroma e 57% para a cor.

Gráfico 33 – Histograma de distribuição de frequência da escala JAR para o coentro irradiado com 7,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Na Tabela 29, em que se expõem os níveis dos atributos cor e aroma do teste de penalidades, verifica-se a significância para o atributo cor ($p=0,03$), o oposto para o aroma ($p=0,068$). Desse modo, no caso da cor, 56,67% dos provadores julgaram-na como “muito mais escura do que eu gosto”, e isso influenciou de forma negativa na impressão global da amostra do coentro irradiado com 7,5 kGy, devido a esse atributo apresentar uma intensidade além da desejada pelos provadores.

Tabela 29 – Tabela de penalidades do coentro irradiado com 7,5 kGy

Variável	Nível	Frequências	%	Soma (Escala Hedônica)	Média (Escala Hedônica)
Coentro Aroma 7,5 kGy	Pouco	69	57,50%	234,000	3,391
	Ideal	16	13,33%	80,000	5,000
	Muito	35	29,17%	170,000	4,857
Coentro Cor 7,5 kGy	Pouco	36	30,00%	129,000	3,583
	Ideal	16	13,33%	82,000	5,125
	Muito	68	56,67%	273,000	4,015

Fonte: software XLSTAT (2019).

No Gráfico 34, ilustra-se as penalidades do coentro irradiado com 7,5 kGy. Pode-se observar que o aroma foi o atributo que mais penalizou o escore hedônico da impressão global dessa especiaria em quase 1,6 ponto, devido à sua falta, seguido pelo atributo cor, que também penalizou tal escore, mas por se apresentar mais forte do que o desejado em quase 1,2 ponto.

Gráfico 34 – Efeitos na média hedônica versus porcentagens dos julgamentos dos provadores para os atributos cor e aroma do coentro irradiado com 7,5 kGy

Fonte: software XLSTAT (2019).

Em função dos dados apresentados, a seguir são destaca-se as considerações finais a respeito dos resultados obtidos nesse estudo.

O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar a ação de diferentes doses de irradiação sobre as especiarias salsa, cebolinha e coentro quanto à eliminação de microrganismos e às características sensoriais.

Os resultados indicaram a contaminação de todas as amostras com *Salmonella* spp, *Shigella* spp e Coliformes termotolerantes e totais. Desse modo, quando comparadas com o disposto na legislação vigente, demonstraram não conformidade para as amostras presuntivas e que seriam impróprias para o consumo humano.

Para a descontaminação, as especiarias foram submetidas a três doses de irradiação: 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy. A dose de 2,5 kGy foi capaz de eliminar a contaminação microbiana da cebolinha e do coentro por completo, o que determinou a conformidade dessas amostras em relação à legislação sanitária.

Para a salsa, essa dosagem de 2,5 kGy foi capaz apenas de reduzir a contaminação inicial da especiaria de 10^4 para 10^3 UFC para as bactérias *Salmonella* spp e *Shigella* spp, mantendo-se inalterados os valores de Coliformes termotolerantes e totais, portanto em não conformidade com a legislação.

Observou-se que a dose de radiação de 5,0 kGy continuou sendo efetiva para eliminar a contaminação dos microrganismos da cebolinha e do coentro. Quanto à salsa, o resultado também foi positivo, uma vez que a contaminação foi eliminada por completo.

Na dose de 7,5 kGy, encontrou-se resultados semelhantes à dose de 5,0 kGy. Diante desse resultado, compreende-se que, nessa dose, o procedimento de desinfecção química dos alimentos recomendada pelas boas práticas de fabricação dos alimentos possa ser eliminado.

A análise sensorial foi realizada com 120 provadores, a maioria deles do sexo feminino, com idade entre 15 e 29 anos e com ensino médio completo.

Pelo fato de a maioria dos participantes consumir as especiarias estudadas com frequência, ou seja, manter contato permanente com esses alimentos, sendo a salsa e a cebolinha todos os dias e o coentro pelo menos uma vez ao mês, todos eles foram credenciados para a realização da análise sensorial. Desse modo, nenhum provador foi excluído da amostra.

A análise sensorial da aceitação das especiarias indicou que a cebolinha apresenta a melhor aceitação quando as três especiarias foram comparadas – entre os escores hedônicos 9-6 –, seguida pela salsa e, por último, o coentro, que obteve o menor índice de aceitação – nos escores hedônicos de 4-1 de rejeição.

No tocante à intenção de compra, os escores hedônicos médios das especiarias controle foram superiores aos escores hedônicos das especiarias irradiadas. Entretanto, observou-se que, com o aumento da dose de irradiação nas amostras, não houve diminuição proporcional dos níveis de intenção de compra das especiarias irradiadas.

Para a impressão global (*overall liking*), a maioria dos provadores julgou as amostras de salsa, cebolinha e coentro dentro do escore hedônico de aceitação.

Quanto às amostras irradiadas, a salsa também apresentou os escores hedônicos de impressão global dos julgadores dentro da aceitação. A cebolinha apresentou os mesmos resultados para as doses de 2,5 kGy e 5,0 kGy. Apenas a dose de 7,5 kGy obteve julgamentos dentro dos escores hedônicos de indiferença.

Das três especiarias, o coentro foi a que apresentou as maiores rejeições na impressão global. Observou-se que a maioria dos provadores julgou a amostra controle dentro do escore de aceitação, mas houve uma redução do escore médio da amostra irradiada com a dose de 2,5 kGy, depois para a irradiada com a dose de 5,0 kGy para o escore de rejeição, finalizando com a rejeição do coentro irradiado com a dose de 7,5 kGy.

Tais resultados podem dar a impressão de que à medida que foi aplicado o tratamento de irradiação nas amostras do coentro, os provadores perceberam as modificações, o que causou impacto na redução dos escores hedônicos médios da impressão global inversamente proporcional à medida que a dose de irradiação aumentava.

Cabe destacar que o coentro irradiado com 7,5 kGy foi a especiaria que apresentou maior rejeição entre as amostras de coentro irradiadas, e a que apresentou maiores danos em sua estrutura celular.

O *penalty analysis* é uma metodologia de análise estatística utilizada pela análise sensorial dos alimentos para auxiliar no direcionamento da melhoria de produtos. Porém, na presente tese, foi adaptada para a verificação de quais atributos sensoriais cor ou aroma, ou ambos, foram afetados pelo tratamento de irradiação nas especiarias e como foram percebidos pelos provadores.

A análise estatística foi realizada pela combinação dos resultados dos testes de impressão global e do JAR, a fim de quantificar e determinar qual dos atributos estava influenciando negativamente a aceitação das especiarias. Ou seja, quanto à impressão global de um produto está sendo penalizada por não ser o “ideal” – *“just about right”*.

A aplicação da dose de radiação de 2,5 kGy na especiaria salsa provocou alterações perceptíveis pelos provadores nos atributos aroma e cor da especiaria. Os julgamentos JAR dos provadores indicaram penalizações de mais de 1,0 ponto no escore hedônico da impressão global por mais de 20% dos provadores.

A aplicação das doses de radiação de 5,0 kGy e 7,5 kGy nessa mesma especiaria também provocou maiores alterações no atributo aroma, e isso penalizou em mais de 1,0 ponto no escore hedônico da impressão global por mais de 50% dos provadores.

Por outro lado, pode-se concluir que a aplicação das doses de irradiação de 2,5 kGy, 5,0 kGy e 7,5 kGy na especiaria cebolinha provocou alterações perceptíveis pelos provadores no atributo cor. Os julgamentos JAR dos provadores indicaram penalizações de quase 1,0 ponto no escore hedônico da impressão global por mais de 20% dos provadores.

Para o coentro, as alterações perceptíveis foram ainda maiores, pois a aplicação da dose de irradiação de 2,5 kGy na especiaria provocou alterações perceptíveis pelos provadores nos atributos aroma e cor. Os julgamentos JAR dos provadores indicaram penalizações superiores a 1,0 ponto no escore hedônico da impressão global por mais de 20% dos provadores.

Adicionalmente, para o coentro irradiado com a dose de 5,0 kGy, além das penalizações no atributo cor, alterações no atributo aroma foram percebidas com penalização de 2,5 pontos no escore hedônico da impressão global por mais de 40% dos provadores. Para a dose de 7,5 kGy, além das penalizações no atributo cor, alterações no atributo aroma foram percebidas com penalização de 1,5 pontos no escore hedônico da impressão global por mais de 30% dos provadores.

Apesar da dose de irradiação com 5,0 kGy ter sido eficiente na descontaminação microbiana das especiarias estudadas, as alterações químicas promovidas pelo tratamento de irradiação foram percebidas pelos provadores na

análise sensorial com um impacto negativo na aceitação, na impressão global e na intenção de compra delas.

Tal fato pode ter sido agravado pela utilização de especiarias *in natura* com baixa tolerância às doses de irradiação aplicadas neste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, apesar de a dose de irradiação com 5,0 kGy ter sido eficiente na descontaminação microbiana das especiarias estudadas, as alterações químicas promovidas pelo tratamento de irradiação foram percebidas pelos provadores na análise sensorial com um impacto negativo na aceitação, na impressão global e na intenção de compra delas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. N.; ROESSLER, E. B. ***Principles of sensory evaluation of food***. New York: Academic Press, 1965.

ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. D. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGIO, L. A. (Org.). ***Alquimia dos alimentos***. 3. ed. Brasília: Editora Senac, 2014.

ARMAZÉM DAS ESPECIARIAS. ***Especiaria***: cebolinha. 15 fev. 2016. Disponível em: <<http://armazemdasespeciarias.com.br/2016/02/15/especiaria-cebolinha-3/>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2012**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/julho/03/plano-dcnt.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

BRASIL. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. ***Diário Oficial da União***: Poder Executivo, Brasília, DF, 23 out. 2002. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_275_2002_COMP.pdf/fce9dac0-ae57-4de2-8cf9-e286a383f254>. Acesso em: 13 fev. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. ***Diário Oficial da União***: Poder Executivo, Brasília, DF, 16 set. 2004. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388704/RESOLU%25C3%2587%25C3%2583O-RDC%2BN%2B216%2BDE%2B15%2BDE%2BSETEMBRO%2BDE%2B2004.pdf/23701496-925d-4d4d-99aa-9d479b316c4b>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos em alimentos. **Diário Oficial da União**: Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>. Acesso em: 13 jul. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. **Diário Oficial da União**: Poder Executivo, Brasília, DF, 29 jan. 2001. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/Resolucao_RDC_n_21_de_26_de_janeiro_de_2001.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2018.

BRASIL. Decreto nº 72.718, de 29 de agosto de 1973. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 8665, 30 ago. 1973.

CANELLA, D. S.; LOUZADA, M. L. C.; CLARO, R. M., COSTA, J. C.; BANDON, D. H.; LEVY, R. B.; MARTINS, P. B. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 50, p. 1-11, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA (CNA). **Hortaliças**: balanço, 2017. 2017. Disponível em:

<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/hortalicas_balanco_2017.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.

DIETA ALIMENTAR. **7 benefícios da salsa ou da salsinha para a saúde**.

Disponível em: <<https://dieta-alimentar.blogspot.com/2013/10/beneficios-salsa-salsinha.html>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2015.

ECYCLE. **Coentro**: o que é e benefícios das folhas e sementes do coentro. 2019. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/7317-coentro.html>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

ERICKSON, M. C. Lipid oxidation of muscle foods. In: AKOH, C. C; MIN, D. B. **Food lipids**: chemistry, nutrition and biotechnology. 3rd ed. New York: Marcel Dekker, 2008. p. 321-363.

FARAG, S. A.; YUSSEF, B. M.; SHAMS, E. D.; ABDALLA, M. Comparing effects of gamma and electron beam irradiation on microbiological and biochemical characters of selected egyptian aromatic herbs. **Isotope and Radiation Research**, v. 41, n. 45, p.1719-1738, 2009.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. 2. ed. Campinas: ITAL, 2008.

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

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 5. ed. Barueri: Manole, 2015.

GOMESORO, M. L. **Pequeno dicionário de gastronomia**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1999.

GUERRA, N. B.; LAJOLO, F. M. Ação antioxidante de especiarias face a diferentes atividades de água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 45-50, jan./mar. 2005.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: paleontological statistics software: Packaged for education and data analysis. Version 3.6. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p.1-9, 2001. Disponível em: <https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

HINNEBURG, I; DORMANA, H. J.; HILTUNEN, D. R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, v. 97, n. 1, p.122-129, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE 2011.

INTERNATIONAL CONSULTIVE GROUP ON FOOD IRRADIATION (ICGFI). **Food irradiation**: a global food safety tool. Vienna: ICGFI, May 2002.

JUNTACHOTE, T.; BERGHOFER, E.; SIEBENHANDL, S.; BAUER, F. The antioxidative properties of holy basil and galangal in cooked ground pork. **Meat Science**, v. 72, n. 3, p. 446-456, 2006.

KEDZIA, G. P.; MIGDAL, W.; OWCZARCZYK, H. B. Irradiation as an alternative environment friendly method for microbiological decontamination of herbal raw material. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 1998, Vienna. **Proceedings...** Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, June 1998. p. 397-402.

KRISHNMOORTHY, B.; REMA, J. **End uses of Cinnamon and Cassia**: the genus *Cinnamomum*. Flórida: CRC Press, 2010.

KUMAR, S.; GAUTAM, S. A.; POWAR, S. B.; SHARMA, A. A. Microbial decontamination of medicinally important herbals using gamma radiation and their biochemical characterization. **Food Chemistry**, v. 119, n. 1, p. 328-335, 2010.

LADEIRA, L. C. D. O que é irradiação de alimentos. **Revista Eco 21**, Rio de janeiro, ed. 42, set./out. 1999. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=695>. Acesso em: 9 jul. 2016.

LAWLESS, H.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**: science principles and practices. 2nd ed. New York: Springer, 2010.

LIM, J.; FUJIMARU, T. Evaluation of the hedonic scale under different experimental conditions. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 5, p. 521-530, 2010.

LOYOLA, A. B. A.T.; SIQUEIRA, F. C.; PAIVA, L. F.; SCHREIBER, A. Z. Microbiological analysis of spices traded in Pouso Alegre, Minas Gerais. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 6, n. 1, p. 515-529, 2014.

MAMMASSE, N.; SCHLICH, P. Adequate number of consumers in a liking test. Insights from resampling in seven studies. **Food Quality and Preference**, v. 31, n. 1, p. 124-128, Jan. 2012.

MARIUTTI, L. R. B.; BARRETO, G. P. M.; BRAGAGNOLO, N.; MERCADANTE, A. Z. Free radical scavenging activity of ethanolic extracts from herbs and spices commercialized in Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 6, p. 1225-1232, 2008.

MELO, P.C.T Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. In: REUNIÃO DA CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DE HORTALIÇAS, 13., 2007, Brasília. **Palestra...** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007.

MODANEZ, L. **Aceitação de alimentos irradiados**: uma questão de educação. 2012. 104 p. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2012.

MOLINS, R. A. **Food Irradiation**: principles and applications. New Jersey: Wiley Interscience, 2001.

NARAYANAN, P.; CHINNASAMY, L. J.; CLARK, S. Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 6, p. 3262-3272, June 2014.

NORMAN, J. **Ervas e especiarias**. São Paulo: PubliFolha, 2012.

OLIVEIRA, F.; RITTO, J. L. A.; JORGE, L. I. F.; BARROSO, I. C. E.; PRADO, B. W. **Microscopia de alimentos**: exames microscópicos de alimentos in natura e tecnologicamente processados. São Paulo: Editora Atheneu, 2015.

ORDONÊZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1.

PEREIRA, R. C. A.; SANTOS, O. G. **Plantas condimentares**: cultivo e utilização. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri: Manole, 2003.

POPPER, R.; KROLL, B. R. Just-about-right scales in consumer research. **Chemo Sense**, v. 7, n. 3, p. 1-6, 2005.

RAGHAVAN, S. **Handbook of spices, seasonings & flavorings**. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2007.

RIVERA, D.; OBÓN C.; HEINRICH, M.; INOCENCIO, C.; VERDE A.; FAJARDO, J. Gathered Mediterranean food plants ethnobotanical plants investigations and historical development. **Forum of Nutrition**, v. 59, p. 18-74, 2006.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Temperos, especiarias, molhos e os condimentos são oportunidades na gourmetização**. 29 nov. 2013. Disponível em: <<https://respostas.sebrae.com.br/temperos-especiarias-molhos-e-os-condimentos-estao-fortalecendo-oportunidades-para-pequenos-negocios/>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

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

SORIANI, R. R.; SATOMI, L. C.; PINTO, T. J. A. Effect of ionizing radiation in ginkgo and guarana. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 73, p. 239-242, 2005.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1992.

TAPSELL, L. C.; HEMPHILL, I.; COBIAC L.; PATCH C. S.; SULLIVAN, D. R.; FENECH, M.; ROODENRYS, S.; KEOGH, J. B.; CLIFTON, P. M.; WILLIAMS, P. G.; FAZIO, V. A.; INGE, K. E. Health benefits of herbs and spices: the past, the present and the future. **Medical Journal of Australia**, v. 185, n. 4, p. S1-S24, 2006.

TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. P. M.; KLUGE, R. A.; SPOTO, M. H. F. Radiação gama em produtos de origem vegetal. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 267-277, 2015. Disponível em: <<http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v7n1a13.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2019.

VAN TRIJP, H. C. M.; PIETER, A. C. H.; MICKARTZ, P. B. F.; KRUIHOF, L. B. The quest for the ideal product: comparing different methods and approaches. **Food Quality and Preference**, v. 18, n. 5, p. 729-740, July 2007.

XLSTAT. **Software versão 2019 4.1**. Copyright Addinsoft®, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3133-8908
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
<http://www.ipen.br>

**O IPEN é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento,
associada
à Universidade de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela
Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.**