UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

Efeitos da radiação gama e temperaturas de armazenamento em legumes minimamente processados e pré-cozidos e aceitabilidade de mercado de produtos irradiados

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Vanessa de Cillos Silva

Piracicaba
2014

VANESSA DE CILLOS SILVA

Efeitos da radiação gama e temperaturas de armazenamento em legumes minimamente processados e pré-cozidos e aceitabilidade de mercado de produtos irradiados

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Valter Arthur

Piracicaba
2014

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Silva, Vanessa de Cillos

Efeitos da radiação gama e temperaturas de armazenamento em legumes minimamente processados e pré-cozidos e aceitabilidade de mercado de produtos irradiados/ Vanessa de Cillos Silva; orientador Valter Arthur. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.

180 f. : il.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Armazenamento em atmosfera controlada 2. Comportamento do consumidor 3. Irradiação de alimentos 4. Leguminosas de grão 5. Processamento de alimentos 6. Raízes e tubérculos alimentícios 7. Vida de prateleira I. Título

CDU 664.8.039.5 : 316.64

Aos meus pais, Antonio e Vanda, em reconhecimento por todo amor, apoio e incentivo sempre.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, por todo o apoio, dedicação, carinho e confiança, aos quais serei eternamente grata.

Ao meu orientador Prof. Valter Arthur pela ajuda, compreensão, apoio e imensa sabedoria demonstrada.

A Fernanda Faganello Neme, Daniela Defávari do Nascimento, Clarissa Midori e Lúcia Cristina Aparecida Santos Silva, pela imensa ajuda na realização das análises em laboratório.

A Profª. Sônia Maria De Stefano Piedade por me auxiliar com toda a parte estatística deste trabalho.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura e Ambiente - CENA, pela oportunidade de participar do programa, possibilitando aprendizado e conhecimento profissional.

Aos funcionários e demais colaboradores do CENA, pela paciência e atenção no trabalho desenvolvido.

A Nádia Hortense Torres, que mesmo distante, me incentivou e demonstrou sua amizade e apoio.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo - FAPESP pelo apoio financeiro.

RESUMO

SILVA, V. C. **Efeitos da radiação gama e temperaturas de armazenamento em legumes minimamente processados e pré-cozidos e aceitabilidade de mercado de produtos irradiados.** 2014. 180 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

A tecnologia conhecida como "*ready to eat*", alia ao minimamente processado técnicas como o pré-cozimento, e permite a agregação de valor ao produto final. A preocupação crescente em relação à segurança e higiene dos alimentos consumidos faz com que técnicas de conservação de alimentos sejam estudadas. O presente trabalho teve como objetivos avaliar a ação de diferentes doses de radiação, temperaturas de armazenamento e a interação entre elas, em alguns legumes tais como batata, cenoura e vagem minimamente processadas, pré-cozidas e embaladas a vácuo. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos, sensoriais e microbiológicos, e a aceitabilidade de produtos irradiados junto ao mercado consumidor. Para identificar os parâmetros físico-químicos foram realizadas análises de teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor, carotenoides totais e firmeza. As análises sensoriais foram realizadas em relação aos parâmetros aroma, aparência e aceitação global. As análises microbiológicas foram realizadas, com o uso da técnica de números mais prováveis, para coliformes fecais e totais. A aceitabilidade de mercado do produto irradiado foi identificada pela aplicação de questionário em supermercados da cidade de Piracicaba, São Paulo. O método estatístico utilizado para as análises físico-químicas e sensoriais foi a análise de variância (nível de significância de 5%), seguidas do teste de Tukey. Para as análises microbiológicas e dados referentes ao questionário foram feitas análises descritivas dos dados. De acordo com os resultados obtidos, foi constatado que o uso do processo de irradiação, para a maioria dos casos, não afetou significativamente os parâmetros físico-químicos das amostras analisadas. O pH foi o parâmetro mais influenciado pelo uso das diferentes doses de radiação. As amostras irradiadas e acondicionadas em temperaturas mais baixas (5°C±1°C e -18°C±1°C) apresentaram melhor aceitação nos parâmetros sensoriais: aroma, aparência e aceitação global. Todas as doses de radiação gama foram eficientes no controle de microrganismos. Em relação à aceitabilidade de mercado, o desconhecimento e dúvidas quanto a segurança dos alimentos irradiados foram os principais motivos para a rejeição apresentada para alimentos irradiados.

Palavras-chave: Minimamente processados. Irradiação. Armazenamento. Aceitabilidade de mercado.

ABSTRACT

SILVA, V. C. **Effects of gamma radiation and storage temperatures in minimally processed and precooked vegetables and the market acceptability of irradiated products.** 2014. 180 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

The technology known as "ready to eat" combines techniques such as minimal processing and pre-cooking, and makes possible the adding of value to the final product. Growing concern about the safety and hygiene of food is one important motivation for the study of food preservation. This thesis aims to evaluate the effects of different radiation doses, storage temperature, and the interaction between these variables, on vegetables such as potatoes, carrots, and green beans which have been minimally processed, pre-cooked and vacuum packed. Physico-chemical, sensory and microbiological effects are evaluated and the acceptability of irradiated products to the consumer market was studied. To identify the physico-chemical parameters, analyses of soluble solids, titratable acidity, pH, color, total carotenoids, and firmness were performed. Sensory analyses were performed in relation to the parameters of aroma, appearance, and overall acceptability. Microbiological analyses were performed using the most probable number method for fecal and total coliforms. The market acceptability of irradiated products was identified by a questionnaire survey performed in supermarkets in the city of Piracicaba, São Paulo State, Brazil. The statistical method used for the physico-chemical and sensory analyses was an analysis of variance (significance level of 5%), followed by the Tukey test. For microbiological data and for the questionnaire, descriptive analyses were made of the data. It was found that the use of irradiation in most cases did not significantly affect the physico-chemical parameters of the samples. The pH was the parameter most affected by the use of different radiation doses. The samples that were irradiated and packaged at lower temperatures (5°C±1°C e -18°C±1°C) showed better acceptance in sensory parameters: aroma, appearance, and overall acceptability. The use of gamma radiation was effective in controlling microorganisms. Regarding market acceptability, ignorance and doubts about the safety of irradiated foods were the main reasons given for their rejection

Keywords: Minimal processing. Irradiation. Storage. Market acceptability

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 – Produção de batata no Brasil no período de 2006 a 2013, de acordo com as regiões do Brasil 33
Gráfico 2.2 – Volume de cenoura comercializado no CEAGESP no período de 2009 a 2013 35
Gráfico 4.1 – Percentual de respostas segundo o gênero 160
Gráfico 4.3 – Percentual de respostas de acordo com o estado civil 161
Gráfico 4.4 – Percentual de respostas segundo o nível de escolaridade 162
Gráfico 4.5 – Percentual de respostas de acordo com a renda familiar 162
Gráfico 4.6 – Percentual de respostas segunda a impressão relacionada à energia nuclear 163
Gráfico 4.7 – Percentual dos entrevistados que responderam que sabem e que não sabem a definição de alimentos irradiados 164
Gráfico 4.8 – Percentual de respostas corretas, erradas e que não responderam em relação à definição de alimentos irradiados 165
Gráfico 4.9 – Percentual de respostas referente à pergunta: “você consumiria alimentos irradiados?” 165

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Composição da batata inglesa cozida, crua, frita e sauté por 100 gramas de parte comestível: centesimal, minerais e vitaminas 33
Tabela 2.2 – Quantidade produzida, em toneladas, de cenoura em 2006, segundo as regiões do Brasil.....35
Tabela 2.3 - Composição da cenoura cozida e crua por 100 gramas parte comestível: centesimal, minerais e vitaminas 36
Tabela 2.4 – Quantidade produzida, em toneladas, de vagem em 2006, segundo as regiões do Brasil.....37
Tabela 2.5 - Composição da vagem crua por 100 gramas parte comestível: centesimal, minerais e vitaminas.....38
Tabela 2.6 - Legislações brasileiras aplicadas à irradiação de alimentos 44
Tabela 4.1 - Análise de variância (nível de significância de 5%) para os parâmetros físico-químicos das batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas de acordo com os efeitos das temperaturas de armazenamento, das doses de radiação e a da interação entre as temperaturas e doses para cada período de armazenamento.....65
Tabela 4.2 – Média das análises de teor de sólidos solúveis (em ºBrix) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 68
Tabela 4.3 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em ºBrix) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 68
Tabela 4.4 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em ºBrix) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 69
Tabela 4.5 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em ºBrix) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 69
Tabela 4.6 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em ºBrix) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 69

Tabela 4.7: Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 72
Tabela 4.8 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 72
Tabela 4.9 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 73
Tabela 4.10 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 73
Tabela 4.11 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 74
Tabela 4.12 - Média das análises de pH no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 76
Tabela 4.13 - Média das análises de pH no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 77
Tabela 4.14 - Média das análises de pH no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 77
Tabela 4.15 - Média das análises de pH no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 78
Tabela 4.16 - Média das análises de pH no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 78
Tabela 4.17 - Média das análises de croma no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 80

Tabela 4.18 - Média das análises de croma no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 80
Tabela 4.19 - Média das análises de croma no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 81
Tabela 4.20 - Média das análises de croma no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 81
Tabela 4.21 - Média das análises de croma no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 82
Tabela 4.22 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 83
Tabela 4.23 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 83
Tabela 4.24 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 84
Tabela 4.25 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 84
Tabela 4.26 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 85
Tabela 4.27 - Média das análises de carotenoides totais no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 86
Tabela 4.28 - Média das análises de carotenoides totais no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 86

Tabela 4.29 - Média das análises de carotenoides totais no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....87
Tabela 4.30 - Média das análises de carotenoides totais no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....87
Tabela 4.31 - Média das análises de carotenoides totais no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....88
Tabela 4.32 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....89
Tabela 4.33 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....89
Tabela 4.34 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....90
Tabela 4.35 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....90
Tabela 4.36 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....91
Tabela 4.37 - Análise de variância (nível de significância de 5%) para os parâmetros físico-químicos das cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas de acordo com os efeitos das temperaturas de armazenamento, das doses de radiação e a da interação entre as temperaturas e doses para cada período de armazenamento 93
Tabela 4.38 - Média das análises de teor de sólidos de solúveis (em ºBrix) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 96

Tabela 4.39 - Média das análises de teor de sólidos de solúveis (em ºBrix) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....96
Tabela 4.40 - Média das análises de teor de sólidos de solúveis (em ºBrix) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....96
Tabela 4.41 - Média das análises de teor de sólidos de solúveis (em ºBrix) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....97
Tabela 4.42 - Média das análises de teor de sólidos de solúveis (em ºBrix) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....97
Tabela 4.43 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....99
Tabela 4.44 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....99
Tabela 4.45 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento..... 100
Tabela 4.46 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento..... 100
Tabela 4.47 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento..... 101
Tabela 4.48 - Média das análises de pH no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento..... 102
Tabela 4.49 - Média das análises de pH no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento..... 103

Tabela 4.50 - Média das análises de pH no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 104
Tabela 4.51 - Média das análises de pH no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 104
Tabela 4.52 - Média das análises de pH no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 105
Tabela 4.53 - Média das análises de croma no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 106
Tabela 4.54 - Média das análises de croma no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 106
Tabela 4.55 - Média das análises de croma no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 107
Tabela 4.56 - Média das análises de croma no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 107
Tabela 4.57 - Média das análises de croma no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 108
Tabela 4.58 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....109
Tabela 4.59 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....109
Tabela 4.60 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....109

Tabela 4.61 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 110
Tabela 4.62 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 110
Tabela 4.63 - Média das análises de carotenoides totais no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 112
Tabela 4.64 - Média das análises de carotenoides totais no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 112
Tabela 4.65 - Média das análises de carotenoides totais no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 113
Tabela 4.66 - Média das análises de carotenoides totais no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 113
Tabela 4.67 - Média das análises de carotenoides totais no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 113
Tabela 4.68 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 114
Tabela 4.69 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 115
Tabela 4.70 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 115
Tabela 4.71 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 116

Tabela 4.72 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....116
Tabela 4.73 - Análise de variância (nível de significância de 5%) para os parâmetros físico-químicos das vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas de acordo com os efeitos das temperaturas de armazenamento, das doses de radiação e a da interação entre as temperaturas e doses para cada período de armazenamento 117
Tabela 4.74 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em °Brix) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....119
Tabela 4.75 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em °Brix) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....120
Tabela 4.76 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em °Brix) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....121
Tabela 4.77 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em °Brix) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....121
Tabela 4.78 - Média das análises de teor de sólidos solúveis (em °Brix) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento.....122
Tabela 4.79 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 123
Tabela 4.80 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 124
Tabela 4.81 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 124

Tabela 4.82 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 125
Tabela 4.83 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 125
Tabela 4.84 - Média das análises de pH no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 127
Tabela 4.85 - Média das análises de pH no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 127
Tabela 4.86 - Média das análises de pH no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 128
Tabela 4.87 - Média das análises de pH no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 128
Tabela 4.88 - Média das análises de pH no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 129
Tabela 4.89 - Média das análises de croma no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 130
Tabela 4.90 - Média das análises de croma no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 130
Tabela 4.91 - Média das análises de croma no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 131
Tabela 4.92 - Média das análises de croma no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 131

Tabela 4.93 - Média das análises de croma no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 132
Tabela 4.94 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 133
Tabela 4.95 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 133
Tabela 4.96 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 134
Tabela 4.97 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 135
Tabela 4.98 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 135
Tabela 4.99- Média das análises de carotenoide total no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 136
Tabela 4.100 - Média das análises de carotenoide total no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 137
Tabela 4.101 - Média das análises de carotenoide total no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 137
Tabela 4.102 - Média das análises de carotenoide total no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 138
Tabela 4.103 - Média das análises de carotenoide total no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 138

Tabela 4.104 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 139
Tabela 4.105 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 140
Tabela 4.106 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 140
Tabela 4.107 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 141
Tabela 4.108 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento 141
Tabela 4.109 - Coliformes totais, em NMP/100ml, para as amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e armazenadas em temperatura ambiente (A), geladeira (G) e freezer (F) durante o período de armazenamento ... 142
Tabela 4.110 - Coliformes totais, em NMP/100ml, para as amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e armazenadas em temperatura ambiente (A), geladeira (G) e freezer (F) durante o período de armazenamento ... 143
Tabela 4.111 - Coliformes totais, em NMP/100ml, para as amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e armazenadas em temperatura ambiente (A), geladeira (G) e freezer (F) durante o período de armazenamento ... 144
Tabela 4.112 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 146
Tabela 4.113 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 147
Tabela 4.114 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aparência das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 148

Tabela 4.115 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aparência das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 149
Tabela 4.116 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aceitação global das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 150
Tabela 4.117 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aceitação global das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 150
Tabela 4.118 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 152
Tabela 4.119 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 152
Tabela 4.120 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aparência das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 153
Tabela 4.121 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aparência das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 153
Tabela 4.122 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aceitação global das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 154
Tabela 4.123 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aceitação global das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 155
Tabela 4.124 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 156
Tabela 4.125 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 156

Tabela 4.126 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aparência das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 157
Tabela 4.127 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aparência das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 157
Tabela 4.128 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aceitação global das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento 158
Tabela 4.129 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aceitação global das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento 159
Tabela 4.130 - Caracterização socioeconômica dos elementos amostrados 160
Tabela 4.131 - Informações referentes a alimentos irradiados dos indivíduos que participaram da pesquisa 163

Sumário

1 INTRODUÇÃO 29
2 REFERENCIAL TEÓRICO 32
2.1 Legumes 32
2.1.1 Batata 32
2.1.2 Cenoura 34
2.1.3 Vagem 37
2.2 Produtos Minimamente Processados 38
2.3 Irradiação de alimentos 43
2.4 Aceitabilidade de mercado para alimentos irradiados 49
3 METODOLOGIA 55
3.1 Análises físico-químicas 56
3.1.1 Teor de sólidos solúveis 56
3.1.2 Acidez titulável 56
3.1.3 pH 57
3.1.4 Cor 57
3.1.5 Carotenoides totais 58
3.1.6 Firmeza 58
3.1.7 Análise Estatística 58
3.2 Análise sensorial 59
3.3 Análises microbiológicas 60
3.4 Aceitabilidade de mercado para alimentos irradiados 61
4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 63
4.1 Análises físico-químicas 63
4.1.1 Batata 64
4.1.1.1 Teor de sólidos solúveis 67
4.1.1.2 Acidez Titulável 71
4.1.1.3 pH 75
4.1.1.4 Cor 79
4.1.1.5 Carotenoides totais 85
4.1.1.6 Firmeza 88

4.1.2 Cenoura.....92
4.1.2.1 Teor de sólidos solúveis.....95
4.1.2.2 Acidez Titulável.....98
4.1.2.3 pH.....102
4.1.2.4 Cor.....105
4.1.2.5 Carotenoides totais.....110
4.1.2.6 Firmeza.....114
4.1.3 Vagem.....116
4.1.3.1 Teor de sólidos solúveis.....119
4.1.3.2 Acidez Titulável.....122
4.1.3.3 pH.....126
4.1.3.4 Cor.....129
4.1.3.5 Carotenoides totais.....136
4.1.3.6 Firmeza.....138
4.2 Análises microbiológicas.....142
4.3 Análise sensorial.....145
4.3.1 Batata.....146
4.3.2 Cenoura.....151
4.3.3 Vagem.....155
4.4 Aceitabilidade de mercado para alimentos irradiados.....159
5 CONCLUSÕES.....167
REFERÊNCIAS.....169
APÊNDICE.....180

1. INTRODUÇÃO

O estilo de vida e os hábitos alimentares dos consumidores vêm sofrendo alterações significativas nos últimos anos. Os consumidores estão, cada vez mais, em busca de alimentos saudáveis e práticos, onde o tempo é um fator primordial. Esta característica tem resultado no aumento da demanda por alimentos minimamente processados.

Produtos processados minimamente são aqueles submetidos a operações de limpeza, lavagem, seleção, descascamento, corte, embalagem e armazenamento antes da sua aquisição pelo consumidor. A principal preocupação é manter as características sensoriais e nutricionais do produto fresco. O fácil preparo destes alimentos, que já vêm prontos para o consumo tem ganhado mercado, além de agregar valor ao alimento "*in natura*", produto conhecidamente de baixo custo.

A tecnologia conhecida como "*ready to eat*" pode aliar ao minimamente processado técnicas como o pré-cozimento, por exemplo, podendo ser extremamente interessante quando o requisito é agregar valor. Além de facilitar aos consumidores, visto que os alimentos minimamente processados reduzem o tempo de preparo.

O pré-cozimento realizado pode manter ou diminuir a quantidade de água no alimento, se comparado ao alimento cru. A diminuição da quantidade de água disponível no alimento ocasiona menores danos provenientes da radiólise da água durante o processo de irradiação. A radiólise da água promove a quebra das moléculas de água formando produtos danosos ao alimento, tais como, radicais livres e água oxigenada (BELLINTANI et al., 2002).

No presente trabalho optou-se pela embalagem a vácuo para o armazenamento dos produtos visando reduzir a formação de peróxido de hidrogênio. Em sistemas aquosos irradiados, o peróxido de hidrogênio depende da presença do oxigênio, sendo que quando o oxigênio é excluído pouca água oxigenada (H_2O_2) é produzida. Portanto, para se evitar a formação de peróxido de hidrogênio pode se irradiar os produtos a vácuo, em nitrogênio ou outros gases inertes.

Características como o tempo de conservação e o possível desenvolvimento de microrganismos em alimentos minimamente processados são consideradas

prejudiciais, podendo causar alterações na qualidade do produto. Estas características estão relacionadas, principalmente, por se tratar de tecidos vegetais vivos, que continuam respirando e sofreram danos mecânicos ao serem processados.

A preocupação crescente dos consumidores em relação à segurança e higiene dos alimentos consumidos faz com que diferentes técnicas de conservação de alimentos sejam estudadas. O pré-cozimento dos produtos minimamente processados visa, além da facilidade do uso do produto, a redução da carga microbiana, através do emprego de temperatura elevada.

Já irradiação, que consiste em uma forma não térmica de controle microbiológico, vem ganhando espaço e sendo amplamente estudada. Ela tem se mostrado eficiente em relação ao controle de patógenos em alimentos minimamente processados e no aumento do tempo de prateleira destes produtos. Essa técnica é complementar a outros procedimentos de conservação, tal como a pasteurização, e pode ser realizada após o produto ter sido embalado, reduzindo assim possibilidades de recontaminação.

Porém, essa técnica de irradiação não é difundida, pouco conhecida entre os consumidores além de enfrentar preconceitos. Assim, faz-se necessário primeiramente verificar a aceitabilidade, pelo mercado consumidor, de produtos irradiados e posteriormente divulgar essa técnica e esclarecer possíveis dúvidas aos consumidores.

Portanto, os objetivos deste trabalho foram: i) avaliar a ação de diferentes doses da radiação gama em batata, cenoura e vagem minimamente processadas, pré-cozidas e embaladas à vácuo com relação aos parâmetros físico-químicos, sensoriais e microbiológicos; ii) verificar a influência de diferentes temperaturas no armazenamento desses produtos; iii) e por fim, checar a aceitabilidade de produtos irradiados junto ao mercado consumidor local.

O trabalho foi estruturado em três capítulos mais introdução e conclusões. O Capítulo 2 aborda o referencial teórico, traz informações sobre legumes, batata, cenoura e vagem, produtos minimamente processados, irradiação de alimentos e aceitabilidade de produtos irradiados.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia adotada ao longo do trabalho, com ênfase nas análises físico-químicas, análises microbiológicas, análises sensoriais e aplicação de questionário para verificar a aceitabilidade de mercado.

Finalmente, o Capítulo 4 aborda a apresentação, análise e discussão de resultados, que foi dividida em análises físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e aceitabilidade de mercado. Todas feitas para os três legumes selecionados, ou seja, batata, cenoura e vagem.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo apresenta uma revisão bibliográfica dos principais conceitos e assuntos que são de importância para o entendimento dos tópicos a serem tratados no presente trabalho.

2.1. Legumes

Os legumes e verduras são plantas, ou parte delas, utilizadas no consumo humano. Normalmente, são consumidas suas folhas, frutos, caules, sementes, tubérculos e raízes. Os legumes caracterizam-se por ter os frutos, sementes ou as partes que se desenvolvem na terra como comestíveis (BRASIL, 2005).

Em geral, são alimentos ricos em vitaminas, minerais e fibras e que devem ser consumidos com frequência. No presente trabalho foram analisados os seguintes legumes: batata, cenoura e vagem.

2.1.1. Batata

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma planta da família *Solanaceae*, originária de local próximo ao Lago Titicaca, situado entre Bolívia e Peru. Apresenta ciclo anual, caules aéreos, herbáceos e sistemas radiculares delicados e superficiais, sendo os tubérculos a única parte comestível. Foi introduzida no Brasil no fim do século XIX, por imigrantes europeus e levada para o sul do país, região de clima favorável ao seu cultivo (FAO, 2008).

Entre as hortaliças cultivadas no Brasil, é a mais importante do ponto de vista econômico, além de ocupar o quarto lugar em importância mundial dentre as culturas alimentícias, superada pelas culturas de trigo, arroz e milho (FNP, 2009). O Brasil produz apenas 1% do total mundial, o que corresponde a cerca de 3,4 milhões de toneladas, e área cultivada de aproximadamente 150 mil hectares (FNP, 2008). As principais regiões produtoras são Sudeste e Sul, representando aproximadamente 83% de toda produção nacional para os dados consolidados de 2011, conforme pode ser verificado no Gráfico 2.1.

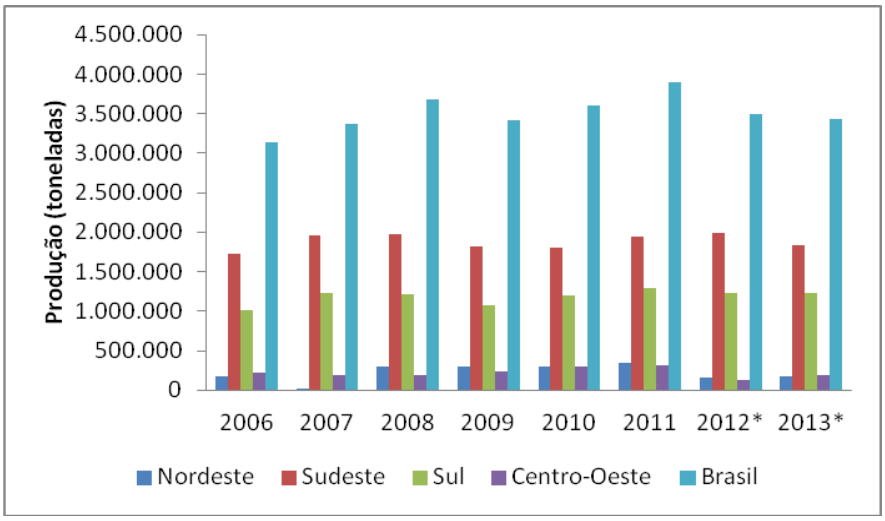

Gráfico 2.1 – Produção de batata no Brasil no período de 2006 a 2013, de acordo com as regiões do Brasil
Fonte: FNP. Agrianual (2014)
Nota: *Previsão feita em agosto de 2013

A batata é um alimento rico em carboidratos e grande fonte de energia, além de conter sais minerais, vitaminas B1, B2, B6 e C, ferro, potássio, fósforo, magnésio, fibras e antioxidantes. Na forma fresca é composta por 80% de água e 20% de matéria seca (FAO, 2008). A Tabela 2.1 apresenta a composição centesimal, de minerais e vitamina C das formas de consumo da batata inglesa.

Tabela 2.1 - Composição da batata inglesa cozida, crua, frita e sauté por 100 gramas de parte comestível: centesimal, minerais e vitaminas

Componentes	**Batata inglesa cozida**	**Batata inglesa crua**	**Batata inglesa frita**	**Batata inglesa sauté**
Umidade (%)	86,4	82,9	44,1	83,1
Energia (kcal)	62	64	267	68
Proteína (g)	1,2	1,8	5,0	1,3
Lipídeos (g)	traços	traços	13,1	0,9
Carboidrato (g)	11,9	14,7	35,6	14,1
Fibra alimentar (g)	1,3	1,2	8,1	1,4
Cinzas (g)	0,5	0,6	2,2	0,6
Cálcio (mg)	4	4	6	4
Magnésio (mg)	5	15	14	6
Manganês (mg)	0,07	0,10	0,15	0,08
Fósforo (mg)	24	39	70	32

continua

conclusão

Componentes	Batata inglesa cozida	Batata inglesa crua	Batata inglesa frita	Batata inglesa sauté
Ferro (mg)	0,2	0,4	0,4	0,3
Sódio (mg)	2	traços	3	8
Potássio (mg)	161	302	489	199
Cobre (mg)	0,06	0,09	0,10	0,05
Zinco (mg)	0,2	0,2	0,4	0,2
Vitamina B1 (tiamina)	0,05	0,10	0,17	0,07
Vitamina B2 (riboflavina)	traços	traços	traços	traços
Vitamina B6 (piridoxina)	0,08	0,15	0,10	0,09
Vitamina C	3,8	31,1	16,3	traços

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011)

Os produtos a base de batata tem ganhado espaço no mercado, porém os minimamente processados têm sido pouco explorados, devido principalmente ao escurecimento enzimático ocasionado pelo descascamento e corte (VITTI, 2007). As formas mais consumidas são *in natura* e industrializados (ex: chips, batata palha, farinha de batata).

2.1.2. Cenoura

A cenoura (*D. carota* L.) é uma planta da família *Apiaceae*, pertencente ao grupo de raízes e tubérculos. Ela se destaca por ser uma das mais importantes entre as olericulturas em razão do amplo consumo em todo o mundo e pela extensão de área plantada (LIMA et al., 2003). No Brasil, foi introduzida por imigrantes europeus, e apresenta importância socioeconômica. Em 2006, foram produzidas 276.994 toneladas de cenoura no Brasil (Tabela 2.2), com destaque para as regiões Sul e Sudeste, que representaram 31,6% e 37,3% da produção, respectivamente.

Tabela 2.2 – Quantidade produzida, em toneladas, de cenoura em 2006, segundo as regiões do Brasil

	Quantidade Produzida (toneladas)
Norte	151
Nordeste	69.524
Sudeste	87.562
Sul	103.222
Centro-Oeste	16.535
Brasil	**276.994**

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário (2006)

É uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, apresentando maior produção nos períodos compreendidos entre julho e novembro. Seu cultivo ocorre em larga escala nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, com destaque para os estados de Paraná, Minas Gerais, Bahia, Rio Grande do Sul e São Paulo. A produtividade média vai de 40 a 60 toneladas de raiz por hectare e seu ciclo (do plantio à colheita) está entre 85 a 110 dias, dependendo, principalmente, da variedade e do clima. No estado de São Paulo é possível colher cenoura durante todo o ano, desde que alguns cuidados no plantio sejam tomados (MURAYAMA, 1973; APHORTESP, 2014). Em 2013 a área anual em produção para o estado de São Paulo foi de 3.478,05 ha com produção de 8.098.294 caixas com 25 quilos cada (IEA, 2014). O Gráfico 2.2 mostra a quantidade de cenoura comercializada no CEAGESP (Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo).

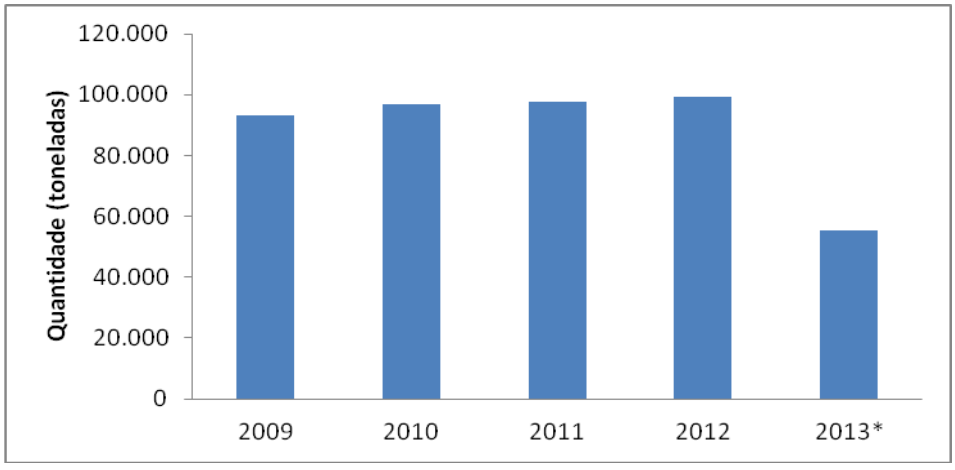

Gráfico 2.2 – Quantidade de cenoura comercializado no CEAGESP no período de 2009 a 2013
Fonte: FNP. Agrianual (2014)
Nota: * valores para 2013 referentes aos meses de janeiro a julho

A cenoura apresenta raiz cônica ou cilíndrica firme, desde que hidratada. A colheita pode ser realizada de forma manual ou com a utilização de arrancadeiras, estas sendo mais usuais em grandes propriedades, onde o cultivo é maior (LUENGO; CALBO, 2001). Como praticamente todas as hortaliças, a cultura da cenoura tem seu desenvolvimento influenciado pelas condições de umidade do solo, fazendo da irrigação fator limitante para a produção.

As cenouras são as principais fontes de carotenoides provitamínicos A (α e β caroteno) de origem vegetal. Os carotenoides são pigmentos naturais lipossolúveis, encontrados principalmente em frutas e vegetais, que o homem tem que adquirir pela dieta, visto que não pode produzi-los (SOUZA et al., 2007).

Esta olerícola é rica em nutrientes, conforme Tabela 2.3, contendo potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, zinco, ferro, manganês e cobre como fontes minerais além de vitamina C.

Tabela 2.3 - Composição da cenoura cozida e crua por 100 gramas parte comestível: centesimal, minerais e vitaminas

Componentes	**Cenoura cozida**	**Cenoura crua**
Umidade (%)	91,7	90,1
Energia (kcal)	30	34
Proteína (g)	0,8	1,3
Lipídeos (g)	0,2	0,2
Carboidrato (g)	6,7	7,7
Fibra alimentar (g)	2,6	3,2
Cinzas (g)	0,6	0,9
Cálcio (mg)	26	23
Magnésio (mg)	14	11
Manganês (mg)	0,05	0,05
Fósforo (mg)	27	28
Ferro (mg)	0,1	0,2
Sódio (mg)	8	3
Potássio (mg)	176	315
Cobre (mg)	0,02	0,05
Zinco (mg)	0,2	0,2
Vitamina B1 (tiamina)	0,07	traços
Vitamina B2 (riboflavina)	Traços	traços
Vitamina B6 (piridoxina)	0,06	0,05
Vitamina C	Traços	5,1

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011)

2.1.3. Vagem

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), também conhecido como vagem, pertence à mesma espécie do feijão comum, e é uma das dez hortaliças mais cultivadas no Brasil (PEIXOTO et al., 2001). A produção de feijão-vagem em 2006 foi de 56.776 toneladas, com destaque para a região Sudeste, que foi responsável por aproximadamente 66% da produção (Tabela 2.4). Os estados de Minas Gerais e São Paulo são destaque para a produção de feijão-vagem, representando 27,3% e 20,3% da produção nacional, respectivamente. Em 2013, a área anual em produção para o estado de São Paulo foi de 844 ha com produção de 624.703 caixas com 19 quilos cada (IEA, 2014).

Tabela 2.4 – Quantidade produzida, em toneladas, de vagem em 2006, segundo as regiões do Brasil

	Quantidade Produzida (toneladas)
Norte	1.443
Nordeste	3.872
Sudeste	37.580
Sul	9.658
Centro-Oeste	4.223
Brasil	**56.776**

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário (2006)

A vagem é originária da América Central e pertence à família *Fabaceae*. A temperatura mais indicada para seu cultivo, buscando melhor desenvolvimento e qualidade, fica entre 20°C e 25°C (TESSARIOLI NETO; GROPPO, 1992).

É uma hortaliça rica em fibras, carboidratos, potássio, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, manganês e vitamina C, conforme Tabela 2.5. É utilizada na alimentação humana, principalmente nas formas industrializadas ou *in natura* (inteiras ou minimamente processadas).

Tabela 2.5 - Composição da vagem crua por 100 gramas parte comestível: centesimal, minerais e vitaminas

Componentes	**Vagem crua**
Umidade (%)	92,2
Energia (kcal)	25
Proteína (g)	1,8
Lipídeos (g)	0,2
Carboidrato (g)	5,3
Fibra alimentar (g)	2,4
Cinzas (g)	0,5
Cálcio (mg)	41
Magnésio (mg)	18
Manganês (mg)	0,5
Fósforo (mg)	28
Ferro (mg)	0,4
Sódio (mg)	Traços
Potássio (mg)	208
Cobre (mg)	0,06
Zinco (mg)	0,3
Vitamina B1 (tiamina)	traços
Vitamina B2 (riboflavina)	0,08
Vitamina B6 (piridoxina)	traços
Vitamina C	1,2

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011)

2.2. Produtos Minimamente Processados

A definição de minimamente processado se refere a qualquer fruta, hortaliça ou combinação delas que sofreu alteração de sua forma original, ou seja, que passou por processos como seleção, lavagem, desinfecção, descascamento, corte, centrifugação e embalagem, tornando-se utilizável em sua totalidade (MORETTI, 1999). Para a etapa de desinfecção das frutas, legumes ou hortaliças, utiliza-se água com 50 a 200 mg L^{-1} de cloro objetivando a redução da carga microbiana para níveis seguros (BRACKETT, 1992; SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004; SANTOS, 2007).

No Brasil, o processamento mínimo de frutas e hortaliças é recente, tendo iniciado na década de 90. Esse processo apresenta vantagens aos fornecedores devido a venda de produtos com maior valor agregado e a aceitação desses produtos pelos consumidores está relacionada à facilidade e ao aproveitamento total do produto adquirido, não sendo necessária a lavagem ou preparo desses alimentos para o consumo.

Juntamente com a introdução dos alimentos minimamente processados no mercado brasileiro, surgiu a preocupação com as contaminações microbiológicas desses produtos. A Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001, limita valores de ausência de *Salmonella* sp (em 25 g de amostra) e 10^2 NMP/g para coliformes a 45°C para que hortaliças frescas, *in natura*, preparadas, sanitizadas, refrigeradas ou congeladas sejam consideradas próprias para o consumo (BRASIL, 2001a).

As principais fontes de contaminação de alimentos são: homem (pele, mucosa, cabelos, olhos, etc.); animal (insetos, roedores, animais domésticos, etc.); utilização de águas contaminadas (água de irrigação e água de lavagem); uso de adubos de origem animal (ex: esterco); solo contaminado; uso de utensílios e equipamentos contaminados; preparo; embalagem e armazenamento inadequados (CHITARRA, 2000).

As frutas e hortaliças inteiras são menos susceptíveis a invasão de microrganismos, devido à presença da casca, que atua como uma barreira física. Os alimentos minimamente processados, ao sofrerem dano mecânico (descascados e cortados), sofrem a ruptura dos tecidos causando exudação de nutrientes, gerando ambiente mais propício ao desenvolvimento de microrganismos, o que pode ocasionar a deterioração mais rápida do alimento (CHITARRA, 2000; CHITARRA, 2001).

Para evitar os problemas relacionados à contaminação dos alimentos minimamente processados por microrganismos faz-se necessário o controle rigoroso dos processos que incluem produção de matéria-prima, processamento e comercialização do produto final. No processamento, podem-se destacar utilização de equipamentos e utensílios devidamente sanitizados e uso de técnicas alternativas para o controle microbiano em alimentos, tal como a irradiação (RODRIGUES, 2005). A redução dos fatores negativos relacionados às injúrias causadas pelo processamento mínimo pode resultar em aumento de vida útil do produto.

Alguns fatores influenciam a qualidade dos vegetais minimamente processados tais como: a qualidade original do vegetal; a temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento; a respiração; a produção de etileno; a embalagem e atmosfera modificada, escurecimento enzimático e inibidores; a presença de microrganismos patogênicos; e a sanitização (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004; SIGRIST, 2002).

O controle de temperatura é um dos fatores que contribuem para o aumento de vida útil dos produtos minimamente processados. Assim, deve-se iniciar a cadeia de frio logo após sua colheita, retardando assim os processos fisiológicos destes produtos, antes efetivamente do seu processamento (WILEY, 1997; SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

A qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas foi, e continua sendo, pesquisada por vários autores, tais como Manvell e Ackland, (1986) para os casos de salada mista de repolho, cenoura, cebola e pimentão; Garg, Churey e Splittstoesser (1990) para couve-flor e espinafre; Kallander et al. (1991) em repolho; Bennik et al. (1996) em almeirão; Robbs et al. (1996) em aipo; Vitti (2003) em beterrabas; Bruno et al. (2005) em uma seleção de frutas e hortaliças comercializadas em Fortaleza; Sasaki (2005) em abóbora; Oliveira, Costa e Maia (2006) em abacaxi “pérola”; Lund et al. (2007) em mandioca, Santos (2008) em couve. Em geral, as contaminações microbianas resultam de falhas higiênico-sanitárias durante as fases de processamento ou comercialização. Peres et al. (2011) verificaram aspectos microbiológicos de feijão-vagem minimamente processados que passaram por diferentes operações de enxague e sanitização (solução clorada). Em relação à contagem de coliformes totais e bactérias psicotróficas os tratamentos com enxágue e sanitização apresentaram número reduzido desses microrganismos no dia do processamento, enfatizando que o uso desses procedimentos (enxágue e sanitização) é indicado para vagem minimamente processadas.

A utilização de embalagens adequadas também é um fator importante para a conservação dos alimentos processados minimamente, que tem como função proteger e facilitar a manipulação do alimento durante o processo de comercialização. Endo et al. (2008) e Junqueira et. al (2009) avaliaram e comprovaram a eficiência da utilização de filmes ativos anti-escurecimento para controlar o escurecimento enzimático de batatas minimamente processadas.

Pineli et al. (2005) verificaram que o armazenamento de batatas da variedade ágata processadas minimamente sob vácuo parcial tiveram melhor controle do escurecimento.

Baldwin, Nisperos-Carriedo e Baker (1995) verificaram a possibilidade de utilização de revestimentos comestíveis, que proporcionam barreiras semipermeáveis a gases e vapor de água, para aumento da vida útil de vegetais minimamente processados. Analisaram a influência deste revestimento comestível em cenoura minimamente processada, pois estas apresentam um problema de aparência esbranquiçada, que pode estar associado à desidratação ou formação de lignina, após passarem pelos processos de descascamento e corte. O uso desses revestimentos comestíveis reduziu o aparecimento de aparência esbranquiçada nas cenouras minimamente processadas.

Pilon (2003) analisou a vida útil de hortaliças minimamente processadas, entre elas cenoura e salada mista (vagem e batata), sob diferentes embalagens e refrigeração de 1±1°C. Os resultados para cenoura e salada mista foram satisfatórios e semelhantes para as diferentes embalagens utilizadas, apresentando baixa proliferação microbiana, ausência de coliformes totais e fecais e de *Salmonella*. Foram constatados microrganismos psicotróficos, mas a vida útil dos produtos foi de 21 dias, ressaltando a importância da combinação do processamento mínimo com outros métodos de conservação de alimentos, neste caso, atmosfera modificada e refrigeração.

Dentre os vários métodos utilizados no controle e redução da deterioração microbiana para vegetais processados minimamente, o uso de baixas temperaturas tem se apresentado como um método eficaz. Spagnol (2005) estudou os efeitos da temperatura e da atmosfera modificada em cenoura e feijão vagem minimamente processados, concluindo que a combinação de tratamentos pode trazer maiores benefícios para o produto. No caso de cenouras embaladas em filmes plásticos, esses autores observaram inibição de 3 ciclos logarítmicos UFC g^{-1} no crescimento de microrganismos quando armazenadas sob temperatura de 1°C, se comparadas com o armazenamento a 11°C. Em relação à cenoura e vagem minimamente processadas notou que a aplicação de altos teores de O_2 (oxigênio) e CO_2 (gás carbônico) provocou redução do crescimento de bactérias aeróbias psicrotróficas e

mesófilas de aproximadamente 2 ciclos logarítmicos durante um período de 10 dias de armazenamento para as cenouras mantidas a 11ºC e para as vagens a 5ºC.

Pilon et al. (2006) analisaram alterações físico-químicas, microbiológicas e nutricionais em cenouras minimamente processadas. Verificaram que em nenhum tratamento realizado com as cenouras minimamente processadas foram encontrados coliformes termotolerantes, microrganismos mesófilos anaeróbicos e *Salmonella*. Notaram a presença de bactérias psicotróficas, que se desenvolvem em baixas temperaturas. Constataram, ainda, que a vitamina C não apresentou alterações significativas e que teores de β-caroteno, fósforo e cobre sofreram reduções durante o período de armazenamento.

Verzeletti, Fontana e Sandri (2010) avaliaram o tempo de prateleira para diferentes cortes de cenoura minimamente processadas: somente descascadas (mantidas inteiras), cortadas em cubos e raladas e, condicionadas em diferentes tipos de embalagens (ar atmosférico e vácuo). Observaram que a umidade aumentou durante o período de armazenamento, principalmente nas cenouras raladas (nas duas formas de armazenamento), o que pode ser justificado pelas injúrias mecânicas causadas durante o seu processamento. Esse teor de umidade mais elevado fez com que as cenouras raladas se tornassem mais susceptíveis a ataques microbiológicos. Por fim, enfatizaram a importância do uso de embalagens adequadas para garantir a segurança e o aumento do tempo de prateleira.

Alves et al. (2010) estudaram a qualidade de um *mix* de hortaliças minimamente processadas (abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa) durante o armazenamento sob refrigeração (5ºC) durante 8 dias de armazenamento, através de análises físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas. As análises foram realizadas a cada dois dias e puderam verificar que os teores de umidade, fibra, proteína, cinza e fração glicídica da abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa não foram afetados significativamente durante o tempo de armazenamento. Por outro lado, o teor de extrato etéreo, acidez titulável e pH foram afetadas significativamente pelo tempo de armazenamento nas quatro hortaliças. As análises microbiológicas confirmaram ausência de *Salmonella* sp. e *Echerichia coli.* Os coliformes a 35ºC apresentaram ligeiro crescimento ao longo do período de armazenamento. Apesar de algumas alterações nos parâmetros, os autores concluíram que o processamento mínimo garantiu a vida útil do *mix* de hortaliças durante o período de oito dias.

Vários outros estudos vêm sendo realizados com alimentos minimamente processados, como por exemplo, Vitti et al. (2003) que verificaram a qualidade de beterrabas que passam pelo processo corte em espessuras diferentes (2, 5 e 8 mm); Carnelossi et al. (2005) analisaram a taxa respiratória e a produção de etileno em folhas de couve inteiras e minimamente processadas; Miguel e Durigan (2007) que observaram os efeitos na vida útil e qualidade de cebolas minimamente processadas e armazenadas sob refrigeração; Nunes, Vilas Boas e Xisto (2011) que estudaram os efeitos de diferentes antioxidantes no escurecimento de mandioquinha-salsa minimamente processadas durante o tempo de armazenamento; etc.

2.3. Irradiação de alimentos

A irradiação de alimentos é “um processo físico que consiste em submeter o alimento, já embalado ou a granel, a doses controladas de radiação ionizante, com finalidades sanitária, fitossanitária e tecnológica” (BRASIL, 2001b). É uma técnica considerada fria, por não causar elevações significativas de temperatura durante o processo (MERRITT JUNIOR; VAJDI; ANGELINI, 1985).

As primeiras pesquisas de utilização de irradiação em alimentos no Brasil foram realizadas pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), na década de 60. A legislação brasileira para a utilização desta tecnologia está descrita atualmente na Resolução RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001 que segue as normas internacionais propostas pelo Codex Alimentarius, pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) e pela *Internatinal Atomic Energy Agency* (IAEA) (MODANEZ, 2012). A Tabela 2.6 apresenta breve histórico das legislações aplicadas à irradiação de alimentos no Brasil.

Tabela 2.6 - Legislações brasileiras aplicadas à irradiação de alimentos

Legislação	Objetivo	Observações
Decreto – Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969	Estabelece normas gerais sobre alimentos.	Início da movimentação sobre legislação brasileira sobre irradiação de alimentos.
Decreto – Lei nº 72.718, de 29 de agosto de 1973	Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos.	- A irradiação de alimentos ou grupos de alimentos serão autorizadas somente se houver trabalhos técnicos e científicos, desenvolvidos por instituições de pesquisa, nacionais ou internacionais, devidamente aprovados pela CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear); - Normas gerais para processamento, estocagem, transporte, importação e exportação, venda e consumo de alimentos irradiados; - Estabelece o logo da Radura no Rótulo do Produto Irradiado.
Portaria DINAL nº 9, de 8 de março, de 1985 MS (revogada) Portaria DINAL nº 30, de 25 de setembro de 1989 MS (revogada)	Aprovar normas gerais para irradiação de alimentos no Brasil	- Aprovação de normas gerais para irradiação de alimentos no Brasil, indicando para cada caso o tipo, nível e dose média de energia de radiação e o tratamento prévio, conjunto ou posterior; - Limitar dose a 10 kGy; - Proibir a re-irradiação; - Ampliação e autorização a outros tipos de alimentos que não constavam da portaria anterior.
Resolução ANVISA – RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001	Regulamento técnico para irradiação de alimentos.	Qualquer alimento poderá ser tratado por irradiação, desde que sejam observadas as seguintes condições: - a dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida; - a dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e ou atributos sensoriais do alimento.
Instrução Normativa nº 9 (MAPA)	Reconhece o uso da radiação ionizante como tratamento fitossanitário.	Prevenir a introdução ou disseminação de pragas quarentenárias.

Fonte: Modanez (2012)

A resolução RDC nº 21 regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece os requisitos gerais para o uso da irradiação de alimentos com vistas à qualidade sanitária do produto final. Enfatiza que o processo de irradiação de alimentos deve ser realizado por instalações licenciadas pelo órgão competente estadual, municipal ou do Distrito Federal mediante expedição de Alvará

Sanitário, que é feita após a autorização da Comissão Nacional de Energia Nuclear e do cadastramento no órgão competente do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001b).

No Brasil existem cinco empresas e instituições que apresentam os requisitos legais para irradiar produtos em escala comercial: CBE (uma unidade em Cotia/SP e uma em Jarinu/SP), Acelétron Irradiação Comercial (Rio de Janeiro/RJ), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleres – IPEN-CNEN/SP (São Paulo/SP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP (Piracicaba/SP) e o Centro Tecnológico do Exército – CTEx (Rio de Janeiro/RJ). A irradiação de alimentos em escala comercial é utilizada em aproximadamente 50 países e em cerca de 200 instalações distribuídas pelo mundo (CATTARUZZI, 2012).

A resolução RDC nº 21 estabelece ainda que qualquer alimento pode ser irradiado e que as doses de radiação devem obedecer a valores mínimos e máximos, sendo valores mínimos aqueles necessários para garantir o objetivo proposto e valores máximos aqueles inferiores a doses que afetem as propriedades funcionais e/ou características sensoriais do alimento (BRASIL, 2001b).

Outro ponto a ser destacado e presente nas legislações nacionais é que todos os alimentos que passaram pelo processo de irradiação devem conter em seus rótulos a frase “ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO” (BRASIL, 2001b). As legislações internacionais da *Food and Drug Administration* (FDA) exigem que os rótulos dos produtos irradiados apresentem o símbolo chamado Radura (Figura 2.1) rodeado pela frase “*treated with irradiation*” (tratado com irradiação) (GROCERY MANUFACTURES ASSOCIATION - GMA, 2009).

Figura 2.1: Símbolo internacional utilizado para a identificação de produtos irradiados (Radura)
Fonte: GMA, 2009

As fontes de radiação autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear para serem utilizadas em alimentos são: radiação gama de cobalto-60 e radiação gama de césio-137; Raios X (gerados por máquinas operando com energias de até 5 MeV); e elétrons (gerados por máquinas operando com energias de até 10 MeV).

No processamento de alimentos as fontes de cobalto-60 e elétrons acelerados são as mais utilizadas. Os raios gama são radiações eletromagnéticas, que não possuem massa e carga, ocasionando assim grande poder de penetração (BELLINTANI et al., 2002). As radiações gama ^{60}Co apresentam alto poder de penetração nos tecidos, boa uniformidade de dose, baixo risco ambiental e meia-vida de 5,3 anos (HERNANDES; VITAL; SABBA-SRUR, 2003; ICGFI, 1999). Os raios gama do isótopo ^{60}Co penetram no alimento podendo causar alterações moleculares, que também podem ocorrer no ato de processar, congelar, esterilizar ou até mesmo cozinhar (CRAWFORD; RUFF, 1996).

A dose de radiação é medida, em Gray (Gy) ou kiloGray (kGy), onde 1kGy corresponde a 1000 Gy e 1Gy equivale a um Joule de energia por quilograma de alimento irradiado. A quantificação das doses de radiação é feita em função da energia absorvida em quantidade de massa. Para o uso em alimentos são consideradas aplicações com doses médias compreendidas entre a 1 kGy a10 kGy, que visam, principalmente, a redução de microrganismos presentes na superfície ou no interior dos alimentos, resultando em uma maior qualidade de conservação dos alimentos e prevenção quanto a intoxicações alimentares (EMBRARAD, 2009)

A irradiação de alimentos é um tratamento físico ao qual os alimentos embalados ou a granel são expostos. O tempo de exposição depende do tipo de alimento e do objetivo esperado, ou seja, inibição de brotamentos, retardo na maturação, redução da carga microbiana, eliminação de microrganismos patogênicos, esterilização, desinfecção de grãos, cereais, frutas e especiarias (COUTO; SANTIAGO, 2010).

A utilização da técnica de irradiação tem sido bastante estudada e vem apresentando resultados satisfatórios em relação à conservação de alimentos na maioria dos experimentos analisados. Nos estudos realizados nos últimos anos não foram encontradas substâncias que sejam produzidas exclusivamente em alimentos irradiados (RELA, 2000). A irradiação não torna o alimento radioativo quando exposto a esse processo, independente da dose e do tempo de exposição. Ela

passa pelo alimento e não deixa resíduo. Os produtos irradiados podem ser armazenados, transportados ou consumidos logo após o tratamento. Ressalta-se que autoridades internacionais de saúde aprovaram a irradiação com doses de até 10 kGy, como medida de segurança para os alimentos (ICGFI, 1999).

Grocery Manufactures Association - GMA (2009) afirmou que a irradiação não traz alterações significativas nos macronutrientes dos alimentos, tais como proteínas, lipídeos e carboidratos. Comentou ainda que os micronutrientes, especialmente as vitaminas, podem apresentar redução quando o alimento passa pelo processo de irradiação, mas as reduções também acontecem em outros métodos de processamento de alimentos, como cozimento e congelamento.

Os custos com o tratamento da irradiação variam de acordo com as doses utilizadas, podendo ser de US$10 a US$15 por tonelada para aplicações de baixas doses, no caso em que se espera o aumento de vida de prateleira de frutas e hortaliças, e de US$100 a US$250 para aplicações de altas doses, realizadas, por exemplo, na irradiação de especiarias (VIEITES et al., 2004). Considerando o aumento da vida útil do produto, no geral, os custos com a irradiação acabam sendo compensados pela redução nas perdas dos produtos, tornando-se uma técnica de grande potencial a ser utilizada em hortaliças minimamente processadas.

Vários trabalhos têm sido publicados na área de irradiação de alimentos e enfatizam o uso da técnica de irradiação, utilizadas em doses adequadas para cada tipo de produto, como sendo um método eficiente no controle microbiano, aumentando assim o tempo de prateleira dos produtos, em especial os minimamente processados. Como exemplos de trabalhos que utilizaram a irradiação para controle microbiológico pode-se citar Siqueira (2001), que estudou os efeitos da irradiação em tilápia; Giannoni (2004) em mamão “formosa” minimamente processado; maçã “royal gala” minimamente processada; Oliveira (2007) que verificou os efeitos da técnica de processamento térmico associada a irradiação em caldo de cana.

Lima et al. (2003) analisaram o comportamento de cenouras minimamente processadas quando submetidas a doses de radiação gama de 0,5; 0,75 e 1 kGy. Verificaram que houve redução de três a quatro ciclos logarítmicos na contagem de mesófilos durante o armazenamento. Ressaltaram que a dose de 0,75 kGy e a utilização de atmosfera modificada de 5% O_2 e 10% CO_2 foram as condições mais indicadas, as quais mantiveram condições aceitáveis ao consumo durante 24 dias.

A irradiação de cenouras minimamente processadas com doses de 1 kGy causaram redução de patógenos, alteração de pH e mantiveram outras propriedades físicas e químicas (ex: teor de sólidos solúveis, umidade, etc.), aparência e textura inalteradas. Além disso, destacaram a preferência, por parte dos provadores, em relação ao odor e sabor das cenouras irradiadas contra as não irradiadas (BASBAYRAKTAR et al., 2006). Segundo Lima et al. (2001), a radiação ionizante gama com dose máxima de 1 kGy manteve a qualidade da cenoura pós colheita, não alterando significativamente valores relacionados a presença de vitamina C e carotenoides totais, sendo assim, considerada pelos autores como uma técnica eficiente para a redução de perdas pós colheita.

Shurong, Meixu e Chuanyao (2006) verificaram os efeitos de doses de radiação gama inferiores a 2 kGy em cenouras e tomates cerejas pré-cortados armazenados sob refrigeração. Os aspectos analisados (cor, qualidade nutricional, teor de sólidos solúveis, qualidade sensorial e permeabilidade da membrana celular) não sofreram alterações significativas, viabilizando o processo de irradiação para a garantia da segurança alimentar destes alimentos.

A radiação gama com doses até 2 kGy não afetaram significativamente as características organolépticas, presença de vitamina C e carotenoides totais de alimentos minimamente processados. Para a cenoura houve perda de firmeza do produto, mas esta característica não afetou sua aceitabilidade (BANDEKAR et al., 2006). Bibi et al. (2006) ressaltaram que doses de até 2 kGy foram suficientes na manutenção da cenoura minimamente processada com características sensoriais e microbiológicas aceitáveis durante duas semanas expostas a refrigeração.

Outro estudo verificou que doses de até 4 kGy em cenouras minimamente processadas e de até 2 kGy em vagens minimamente processadas prolongaram em 3 e 2 vezes, respectivamente a vida útil dos produtos, sem alteração das suas qualidades sensoriais (HAMMAD; ELNOUR; SALAH, 2006).

Os trabalhos realizados sobre irradiação em batata foram, em sua maioria, com o objetivo de evitar o seu brotamento, aumentando assim a vida útil do produto, que não foram abordados no presente estudo de tese por não fazerem parte do objetivo.

2.4. Aceitabilidade de mercado para alimentos irradiados

Em relação a tecnologia de irradiação, pode-se destacar que no Brasil essa técnica não é muito difundida. Devido a este motivo, o consumidor desinformado em relação à segurança do alimento irradiado resiste em consumir um alimento que passa por esse tipo de tratamento.

Oliveira e Sabato (2004) realizaram um estudo com 119 estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública, os quais foram questionados sobre cinco processos aplicados em alimentos: tratamento químico (ex: adicionar cloro à água), irradiação, congelamento, enlatamento e uso de conservantes. Os estudantes foram questionados como se sentiriam se os alimentos passassem pelos processos listados anteriormente. As possibilidades de respostas apresentadas pelos autores eram: muito confortáveis (1), confortáveis (3), normais (5), preocupados (7) e extremamente preocupados (9). A mesma pergunta foi feita antes e após a apresentação de um vídeo de 20 minutos que apresentava os benefícios da técnica de irradiação de alimentos. O resultado antes da apresentação do vídeo para o processo de irradiação de alimentos foi similar ao uso de conservantes, onde as respostas ficaram em torno de 5,2 e 5,1 respectivamente. Após assistirem ao vídeo os estudantes classificaram o comportamento em relação à técnica de irradiação de alimentos como confortável, com nota de 2,8. Isso enfatiza que o conhecimento sobre o assunto pode influenciar positivamente no aumento do consumo de alimentos irradiados.

Ornellas et al. (2006) analisaram o comportamento dos consumidores em relação ao consumo de alimentos tratados por métodos alternativos, enfatizando o uso da irradiação. O resultado foi que os consumidores estão cada vez mais exigentes em termos de segurança dos alimentos adquiridos e que estão propensos a comprar esses produtos. Porém, enfatizaram que há falta de divulgação de informações sobre métodos como a irradiação de alimentos. Nesse mesmo estudo foi realizada uma entrevista com 218 indivíduos na cidade de Belo Horizonte (MG) e verificaram que 59,6% dos entrevistados não sabiam que o processo de irradiação pode ser utilizado como uma técnica para a conservação de alimentos. A falta de informações sobre essa técnica foi enfatizada pelo fato de 62% dos participantes não saberem se a irradiação de alimentos pode causar algum prejuízo à saúde e ao

meio ambiente. Após a explicação de que a técnica de irradiação de alimentos aumenta a segurança alimentar, 89% dos entrevistados mostraram-se aptos a consumir alimentos irradiados.

Silva et al. (2010) estudaram o conhecimento e as atitudes sobre alimentos irradiados de nutricionistas que atuam na docência em instituições de ensino superior em Belo Horizonte/MG. A pesquisa contou com a participação de 66 professores, dos quais 13,6% desconheciam a definição de alimentos irradiados; 12,1% dos professores afirmaram que os alimentos irradiados tornam-se radioativos; 71,2% desconhecem o processo de irradiação de alimentos. O estudo confirmou que o principal motivo para a não aceitação do consumidor é a falta de conhecimento sobre o assunto. Apesar do desconhecimento, 80,3% dos professores que participaram da pesquisa afirmaram que consumiriam esses alimentos se soubessem que o alimento fosse irradiado, ou seja, se as informações estivessem declaradas no rótulo e se tivessem conhecimento a respeito. Verificaram que 31,8% dos entrevistados acharam que o processo de irradiação torna o alimento menos nutritivo e 97% dos professores que participaram da pesquisa não abordam o tema em suas aulas, o que enfatiza que os futuros nutricionistas, profissionais da área da saúde habilitados para orientar consumidores sobre o consumo de alimentos, não tiveram no seu processo de formação o mínimo de conhecimento necessário sobre o uso da irradiação no processo de conservação de alimentos.

Modanez (2012) analisou a aceitação de alimentos irradiados. A pesquisa foi realizada no Centro Universitário Fundação Santo André (Santo André/SP) com 664 estudantes dos cursos de graduação da universidade. Dos entrevistados, 66% afirmaram ter impressão ruim quando ouvem falar em energia nuclear; 80% disseram não ter tido informações sobre as aplicações da energia nuclear no período escolar; 74% desconhecem que uma das aplicações da energia nuclear é a irradiação de alimentos; 70% acreditam que os alimentos irradiados tornam-se radioativos e 69% afirmam que não consumiriam alimentos irradiados. Após esclarecimentos sobre o assunto foi aplicado um novo questionário, onde 94% disseram que a impressão da energia nuclear aplicada a alimentos é boa e 81% afirmaram que consumiriam alimentos irradiados. O estudo evidencia a importância da divulgação de informação para melhor aceitação dos consumidores em relação ao processo de irradiação de alimentos.

A aceitabilidade da irradiação de alimentos por parte dos consumidores também é objeto de estudos em outros países, conforme pode ser verificado a seguir.

Um estudo feito pela Gallup Organization (1993) nos Estados Unidos para mensurar a atitude do consumidor em relação à irradiação como técnica ligada a segurança alimentar constatou que a maioria dos consumidores tem consciência sobre a técnica de irradiação de alimentos e que 73% dos entrevistados já tinham ouvido falar em irradiação. Verificou-se ainda que após as explicações sobre a técnica 54% dos participantes da pesquisa mostraram-se mais dispostos a consumir carne irradiada à não irradiada.

Misra, Fletcher e Huang (1995) analisaram as atitudes de consumidores da Georgia (Estados Unidos) frente a alimentos irradiados e verificaram conhecimento sobre o processo. Para a pesquisa foram enviados 500 correios eletrônicos, dos quais tiveram um retorno de 47% dos questionários. Para verificarem a preocupação com a técnica de irradiação foram listadas sete preocupações relacionadas à segurança alimentar: resíduos de pesticidas, resíduos de medicamentos de origem animal, hormônio de crescimento, conservantes, bactérias, irradiação, toxinas que ocorrem naturalmente. Dentre as sete opções mencionadas, a ordem de preocupação foi: 1° resíduos de pesticidas; 2° hormônio de crescimento; 3° resíduos de medicamentos de origem animal; 4° bactéria; 5° conservantes; 6° irradiação e 7° toxinas que ocorrem naturalmente. Apesar de a irradiação aparecer em sexto na lista de preocupação, dos que apontaram a irradiação como mais preocupante 40% a considerou como um problema sério. Quando questionados sobre a preocupação com assuntos específicos relacionados à irradiação de alimentos obtiveram os seguintes resultados para a classificação extremamente preocupados: 60,2% se preocupam com a possibilidade do alimento tornar-se radioativo, 53,3% com a possibilidade de perda nutricional, 65,1% com os possíveis riscos ambientais a serem causados e 63,8% com o risco ocupacional. Quando questionadas se já ouviram falar no uso da irradiação como técnica para a conservação de alimentos, 54,5% dos pesquisados afirmam que sim, porém destes 47% disseram não saber nada sobre o assunto. Ainda quando questionados sobre a disposição a comprar alimentos irradiados 56% mostraram-se indecisos e 31% dispostos a comprar.

Resurreccion et al. (1995) realizaram uma pesquisa em Georgia (Estados Unidos) para verificar as atitudes do consumidor frente a alimentos irradiados. Verificaram que 72% dos consumidores afirmaram ter conhecimento sobre irradiação, mas cerca de 88% destes disseram que não sabiam muito sobre o processo e 33% acreditam que os alimentos irradiados tornam-se radioativos.

He, Flether e Rimal (2004) estudaram os fatores que afetam a percepção negativa do consumidor em relação à carne irradiada. Dentre alguns fatores citam a falta de conhecimento sobre o assunto, que acaba causando um mal entendido e a associação de medo relacionada à técnica de irradiação. Esses autores realizaram uma pesquisa com 740 consumidores dos Estados Unidos, conduzida pelo Centro de Pesquisa da Universidade da Georgia entre dezembro de 1999 e janeiro de 2000, feita através de entrevistas por telefone, cuja amostra foi selecionada de maneira aleatória. A pesquisa teve como principal objetivo avaliar a atitude dos consumidores em relação ao consumo de carne irradiada. Alguns dados obtidos: mais de 40% dos entrevistados acreditam que a carne torna-se radioativa quando passa pelo processo de irradiação, mais de 44% acham que a irradiação pode reduzir as características nutricionais da carne, 25% acreditam que o consumo de carne irradiada pode aumentar as chances de desenvolvimento de algum tipo de câncer, mais de 45% pensam que a irradiação de alimentos pode prejudicar a saúde dos trabalhadores que conduzem o processo e mais de 45% estão preocupados com a poluição ambiental que o uso dessa técnica pode causar. Foram desenvolvidos cinco modelos empíricos para explorar a percepção negativa do consumidor relacionada à carne irradiada (aumento do risco de câncer, aumento do nível de radiação, perda nutricional, risco para empregado e poluição ambiental), considerando ainda as variáveis idade, gênero, nível de educação etnia, renda familiar, conhecimento sobre irradiação de alimentos e percepção sobre normas de segurança alimentar. Nos cinco modelos a idade foi inversamente proporcional as percepções negativas em relação a carne irradiada. Pessoas com maior nível de escolaridade e as que têm conhecimento sobre o tema apresentaram menos percepções negativas relacionadas a carne irradiada.

Hwang, Roe e Teisl (2005) verificaram as preocupações de consumidores norte americanos em relação a oito tipos de tecnologias empregadas em alimentos, além de correlacionar o nível de preocupação para cada uma delas. Para isso foi realizada uma pesquisa via correio eletrônico, em 2002, com consumidores norte

americanos, totalizando uma amostra de 1.656 pessoas que responderam completamente a pesquisa. As oito tecnologias analisadas foram: antibióticos, pesticidas, hormônios artificiais de crescimento, ingredientes geneticamente modificados, irradiação, corantes e sabores artificiais, pasteurização e conservantes. Os pesticidas e hormônios artificiais de crescimento foram os que apresentaram maior preocupação por parte dos consumidores. Pasteurização, corantes e sabores artificiais e conservantes foram as variáveis menos preocupantes. Antibióticos, ingredientes geneticamente modificados e irradiação apresentaram níveis de preocupações intermediárias. A técnica de irradiação ocupou o quinto lugar no ranking das oito tecnologias. Verificaram que os grupos de tecnologias obtidos (níveis de preocupação menor, intermediário e maior) apresentam características semelhantes entre si.

Gunes e Tekin (2006) fizeram um estudo em relação à aceitação de produtos irradiados entre consumidores turcos, realizado em Istanbul (Turquia), com foco em carne vermelha e de aves cruas. Foi analisada a preocupação com a segurança alimentar em relação a alguns métodos de processamento de alimentos, entre eles a irradiação. A questão mais preocupante foi relacionada à bactéria, seguida de aditivos alimentares, pesticidas, hormônios e toxinas. A irradiação estava entre as técnicas com menores preocupações, juntamente com congelamento e pasteurização. Somente 13% da amostra indicaram a irradiação como preocupação. Verificaram ainda que 80% dos participantes tinham dúvidas quando questionados sobre a segurança de alimentos irradiados. Após a explicação sobre os benefícios da irradiação de alimentos, a aceitação passou de 29% para 62%, enfatizando a importância da divulgação das vantagens relacionadas à técnica de irradiação de alimentos.

Spaulding, Wiegand e O'Rourke (2006) realizaram um estudo com uma amostra de 119 pessoas em Ilinois (Estados Unidos) com o objetivo de estudar o conhecimento e percepção do consumidor em relação a alimentos irradiados, em especial a carne moída. Contataram que 68% dos participantes da pesquisa já tinham ouvido falar sobre alimentos irradiados e 71% afirmaram que comprariam carne moída irradiada. A principal razão para a compra da carne moída irradiada (85% das respostas) foi o fato de acreditarem que a técnica mata as bactérias nocivas à saúde. Verificaram que 26% da amostra não se sentem confortável com o

termo irradiação, 34% se sentem pouco confortáveis e 40% se sentem confortáveis. Apesar da alta aceitação, foi observada a preocupação dos consumidores em relação à segurança, sabor e características nutricionais dos alimentos irradiados e que os mesmos precisam ser tranquilizados quanto ao assunto. Quando questionados sobre a carne moída irradiada, 76% dos participantes disseram que precisam saber se o sabor do produto não se altera com a irradiação para poder consumir, 7% acreditam que o sabor da carne moída irradiada é melhor e 17% acham que o sabor é pior que o do produto não irradiado.

Flynn (2012) em um estudo realizado em nome da Associação dos Consumidores do Canadá, feito com uma amostra de 1006 canadenses maiores de 18 anos escolhidos aleatoriamente, mostrou que 57% das pessoas não tinham ouvido falar em irradiação de alimentos antes da pesquisa. Após breve explicação que a técnica pode eliminar bactérias prejudiciais à saúde, 66% dos entrevistados mostraram-se favoráveis em apoiar a irradiação de alimentos como uma opção para os consumidores e quando questionados sobre a possibilidade de incorporar alimentos irradiados ao consumo familiar 54% mostraram-se favoráveis.

Eustice e Bruhn (2013) verificaram através de outros estudos que a demanda por alimentos irradiados depende da aceitação dos consumidores e que o conhecimento em relação à técnica de irradiação continua limitado. Muitas pessoas confundem e associam o termo irradiação com radioatividade. Verificaram que o interesse na compra de alimentos irradiados frente à segurança vem crescendo, especialmente após as pessoas receberem informações sobre os riscos e benefícios da técnica em questão.

3. METODOLOGIA

Esse capítulo aborda as metodologias utilizadas para todas as análises, coleta e tratamento dos dados realizados no decorrer do trabalho.

Foram utilizadas batatas (cultivar Monalisa), cenouras (cultivar Nantes) e vagens (tipo Macarrão) obtidas no comércio local, oriundos da região de Piracicaba, na forma fresca. A higiene do processo foi assegurada pela utilização dos procedimentos estabelecidos pelas boas práticas de fabricação, onde todos os utensílios a serem usados foram sanitizados em água com teor de 2,00% P/P de cloro ativo e os operadores utilizaram luvas, máscaras, toucas descartáveis e jalecos.

As batatas e cenouras foram lavadas em água corrente, descascadas, imersas em água, cortadas em palitos, imersas em água com 2,00% V/V de cloro ativo por 5 minutos. As vagens foram lavadas em água corrente, retiradas as extremidades, imersas em água, fatiadas em pedaços de aproximadamente 1 cm de espessura, imersos em água com 2,00% V/V de cloro ativo por 5 minutos (adaptado de PILON, 2003). Após esse tratamento, os legumes foram secos em um escorredor de aço inoxidável, pré-cozidos em autoclave da marca Prismatec (modelo Autoclave Vertical CS), padronizando 6 minutos e colocados em embalagens de polipropileno fechadas a vácuo. O pré-cozimento, realizado em autoclave, foi uma forma de cozimento seco e como se tratava de dados experimentais não houve problemas na organização das amostras em pequena escala. Portanto, pode-se notar que foram associadas duas técnicas de processamento de alimentos: minimamente processados e pré-cozimento.

A embalagem a vácuo foi escolhida por evitar agentes deteriorantes de alimentos, tais como as bactérias aeróbicas e as reações oxidativas, que requerem a presença de oxigênio. Além de diminuir a formação de peróxido de hidrogênio, pois este é formado, principalmente, em sistemas aquosos irradiados na presença de oxigênio.

As embalagens contendo as batatas, cenouras e vagens minimamente processadas e pré-cozidas foram submetidas à radiação gama proveniente de uma fonte de ^{60}Co Multipropósito no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), sob doses de 0 kGy (testemunha); 1,0 kGy; 2,0 kGy e 3,0 kGy, sob uma taxa de dose de 7,5 kGy/hora.

Os parâmetros teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor, carotenoides totais, firmeza e análises microbiológicas foram analisados uma vez por semana, ou seja, a cada sete dias. Os produtos que apresentaram deterioração antecipada foram descartados.

As amostras foram armazenadas em três temperaturas diferentes: temperatura ambiente (25°C±1ºC), geladeira (mantidas em câmara tipo BOD - *Biochemical Oxygen Demand* da marca Tecnal, modelo TE-391 a 8°C±1ºC) e freezer (-18°C±1ºC).

3.1. Análises físico-químicas

As amostras mantidas em temperatura ambiente foram analisadas somente no 1º, 8º e 15º dia de armazenamento após irradiação, pois deterioram e foram descartadas. As amostras armazenadas em temperatura de geladeira e freezer foram analisadas no 1º, 8º, 15º, 22º e 29º dia de armazenamento após irradiação.

As análises referentes aos parâmetros cor e firmeza foram feitas com os legumes antes de serem triturados. Para a realização das análises de teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor e carotenoide total as amostras de batata, cenoura e vagem foram trituradas em multiprocessador da marca Philips Walita.

Foi utilizada uma balança digital analítica (Marte, modelo AL 500C) para pesar as amostras para a realização das análises de acidez titulável e carotenoide total.

3.1.1. Teor de sólidos solúveis

Foram determinados em refratômetro de bancada modelo ABBE *Refractometer*, Marca Quimis e expressados em ºBrix, de acordo com AOAC (2005).

3.1.2. Acidez titulável

Foi realizada por titulação com solução de NaOH 0,1M, utilizando-se como indicador para o ponto de viragem a fenolftaleína 0,1%. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico.

Segundo Medeiros et al. (2009), o cálculo para a determinação da acidez titulável foi obtido através da Equação 3.1:

Equação 3.1:

$$\%\ \text{ácido cítrico} = \frac{Vg \times M \times f \times Eq.Ac.}{10 \times g}$$

Onde:

Vg = volume de NaOH gasto em mL;

M = molaridade da solução de NaOH utilizada (0,1 M);

f = fator de correção obtido a padronização do NaOH (1,00);

Eq.Ac. = equivalente ácido, que para o ácido cítrico é 192;

g = massa da amostra em gramas (10 g).

3.1.3. pH

Foi determinado utilizando-se pH-metro digital marca Gehaka, modelo PG 1800, segundo metodologia proposta pela AOAC (2005).

3.1.4. Cor

Foi utilizado colorímetro Minolta CR-200 b calibrado previamente na cor branca (BIBLE; SINGHA, 1997). Os valores foram mensurados em a*, b* e L, onde a* caracteriza as cores do vermelho (+a*) ao verde (-a*); b*, do amarelo (+b*) ao azul (-b*) e L (luminosidade) varia do branco (L=100) ao preto (L=0).

Determinou-se os valores de croma (C) e do ângulo Hue (H°), mediantes os valores obtidos por a* e b*, conforme a Equação 3.2 e a Equação 3.3, respectivamente (ESTEVEZ; CAVA, 2004):

Equação 3.2:

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

Equação 3.3:

$$H° = arctg\left(\frac{b*}{a*}\right)$$

3.1.5. Carotenoides totais

Segundo metodologia adaptada de Moretti et al. (1998), foram determinados o teor de carotenoides totais através da extração com hexano e acetona. O extrato foi filtrado a vácuo até a perda total de cor e os pigmentos contendo carotenoides foram lavados três vezes com 100 mL de água destilada para a remoção do hexano e da acetona. Após, os resultados foram determinados em espectofotômetro marca PG Instruments, modelo T60 UV-Visible Spectrophotometer. O comprimento de onda utilizado foi de 460 nm.

Os teores de carotenoides foram calculados pela Equação 3.4:

Equação 3.4

$$CT = \frac{(A_{460}\ x\ 10^6)}{2200\ x\ m}$$

Onde:

Ct = concentração de carotenoides totais ($mg.kg^{-1}$)

A_{460} = absorvância dos pigmentos a 460 nm

m = massa do tecido fresco em gramas (8 g)

3.1.6. Firmeza

Determinada com o auxílio de um penetrômetro de bancada com ponteira de 6.6 mm de diâmetro, através de três medições aleatórias, obtendo-se a pressão requerida à penetração em $kg.mm^{-2}$ (COELHO, 1994).

3.1.7. Análise Estatística

O delineamento experimental para as análises físico-químicas foi inteiramente casualizado em blocos no esquema fatorial 3x4 com três repetições. Foram consideradas três temperaturas de armazenamento (temperatura ambiente, geladeira e freezer) e quatro doses de radiação (0 kGy, 1 kGy, 2 kGy e 3 kGy).

Foi realizado o teste F da variância e, posteriormente, o teste de Tukey para comparar as médias ao nível de 5% de significância. As análises foram feitas no *software* SAS (STATISTICAL ANALYSIS SISTEM, 2009). Essas análises estatísticas

tiveram como objetivo verificar o comportamento das diferentes temperaturas de armazenamento, das diferentes doses de radiação e da interação entre as temperaturas e doses de radiação em cada um dos dias analisados. Essas análises foram feitas separadamente para cada um dos legumes e período de armazenamento.

3.2. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada por vinte e cinco provadores não treinados, com idade acima de 18 anos, com relação aos fatores: aroma, aparência e aceitação global para cada um dos legumes analisados (batata, cenoura e vagem) (PILON, 2003).

Conforme Quadro 3.1, foi utilizado o teste de aceitabilidade de escala hedônica de 9 pontos, visando conhecer o "status afetivo" dos consumidores com relação ao produto, inferindo a preferência. As amostras mais preferidas são as mais aceitas e vice-versa (FERREIRA, 2000).

Produto testado:_____
Nome: _____ Idade: _____ Data: _____
Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou, em relação aos atributos:
1- Desgostei muitíssimo
2- Desgostei muito
3- Desgostei regularmente
4- Desgostei ligeiramente
5- Indiferente
6- Gostei ligeiramente
7- Gostei regularmente
8- Gostei muito
9- Gostei muitíssimo

AMOSTRA (nº)	AROMA	APARÊNCIA	ACEITAÇÃO GLOBAL
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

O que você mais gostou nas amostras? _____
O que você menos gostou nas amostras? _____
Você compraria esse produto?_____
Comentários: _____

Quadro 3.1 – Ficha utilizada na análise sensorial
Fonte: Adaptado de FERREIRA (2000)

A análise sensorial foi realizada no 1º e 8º dia de armazenamento, pois após esse período algumas das amostras começaram a apresentar estágio de deterioração. As amostras foram servidas em temperatura ambiente, acondicionadas em pratos de plástico branco e identificadas por três algarismos aleatórios. Cada prato continha 12 amostras codificadas, sendo uma amostra para cada dose e temperatura de armazenamento. Os provadores, não necessariamente, foram os mesmos para os três legumes.

Para as respostas referentes à análise sensorial (formulário de escala hedônica) foi feita a mesma análise estatística utilizada nos parâmetros físico-químicos, ou seja, delineamento experimental inteiramente casualizado em blocos no esquema fatorial 3x4 com três repetições. Foram consideradas três temperaturas de armazenamento (temperatura ambiente, geladeira e freezer) e quatro doses de radiação (0 kGy, 1 kGy, 2 kGy e 3 kGy).

Foi realizado o teste F da variância e, posteriormente, o teste de Tukey para comparar as médias ao nível de 5% de significância. As análises foram feitas no *software* SAS (STATISTICAL ANALYSIS SISTEM, 2009). Essas análises estatísticas tiveram como objetivo verificar o comportamento das diferentes temperaturas de armazenamento, das diferentes doses de radiação e da interação entre as temperaturas e doses de radiação em cada um dos dias analisados. Essas análises foram feitas separadamente para cada um dos legumes e período de armazenamento.

3.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram feitas no 1°, 8°, 15°, 22° e 29° dia de armazenamento para as amostras submetidas aos tratamentos com diferentes doses de radiação e diferentes temperaturas de armazenamento. Elas foram realizadas para a determinação de coliformes totais e fecais, que foram feitas pela técnica do número mais provável (NMP). Nesta técnica, após homogeneização, diluições do produto a ser analisado são transferidas para tubos de ensaios contendo o meio de cultura apropriado e um tubo coletor de gás (tubo de Durhan). Ela engloba as etapas referentes ao teste presuntivo, teste confirmativo para coliformes totais e teste confirmativo para coliformes fecais.

Segundo metodologia utilizada por Silva (2002), o teste presuntivo foi feito em meio de cultura Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), onde para cada série foram utilizados três tubos de ensaio. Na 1ª série foram transferidos 10 mL da amostra em 20 mL de meio. Na 2ª série 1 mL da amostra em 10 mL de meio. Nas próximas séries foram utilizadas 1 mL da amostra para cada tubo com as demais diluições. Após a inoculação, os tubos foram incubados em estufa a 35-37°C por 24-48 horas. Os tubos que apresentaram formação de gás no tubo de Durhan e turvação foram considerados positivos.

O teste confirmativo para coliforme totais e fecais foi realizado para os tubos considerados positivos no teste presuntivo. Para coliformes totais, o meio de cultura utilizado foi o Caldo Verde Brilhante Lactose Bile 2% (CVBLB), onde foi feita a inoculação com o auxílio de uma alça de níquel-cromo para as três diluições (inoculação de 1 mL, 0,1 mL e 0,01 mL da amostra) e os tubos foram incubados em estufa a 35-37°C por 24-48 horas. Após esse período, os tubos com formação de gás no tubo de Durhan foram considerados positivos. Pelo número de tubos positivos em cada uma das diluições empregadas, determina-se o número mais provável (NMP), tendo como base tabelas estatísticas e os resultados expressos em NMP/100 mL.

Para coliformes fecais, o teste confirmativo foi feito em caldo *E. coli* (Caldo EC), onde os tubos foram inoculados em banho-maria a 44,5°C por 24-48 horas. Foram considerados positivos para coliformes fecais os tubos de caldo EC com produção de gás após a inoculação. A partir dos resultados obtidos, determina-se o NMP/100 mL.

Para os resultados das análises microbiológicas foi realizada a estatística descritiva, onde os dados foram organizados em tabelas para comparação dos valores de NMP/100 mL obtidos para cada um dos tratamentos utilizados.

3.4 Aceitabilidade de mercado para alimentos irradiados

A aceitabilidade de mercado de produtos irradiados foi verificada através da aplicação de um questionário em seis supermercados, escolhidos aleatoriamente, em Piracicaba, São Paulo: Coop – Cooperativa de Consumo; Supermercado Dia% - unidade Centro; Delta Supermercados – unidade Vila Rezende; Empório do Vovô; Extra Hipermercado e Pão de Açúcar. O questionário semi-estruturado foi composto

por nove questões, sendo seis fechadas, duas abertas e uma mista. As questões abertas foram transformadas em fechadas para que as análises descritivas fossem realizadas.

O tamanho da amostra foi obtido com o uso da técnica de amostragem aleatória simples (BOLFARINE; BUSSAB, 2005) para uma população de 316.192 habitantes, referente aos habitantes da cidade de Piracicaba/SP acima de 19 anos (IBGE, 2010).

Após os cálculos foi constatado um valor de aproximadamente 400 questionários para que a amostra seja representativa. A aplicação desses questionários ocorreu nos seis supermercados citados anteriormente.

Foi realizada a tabulação dos dados e, posteriormente, feita uma análise descritiva, onde se calculou a frequência de cada uma das respostas e foram feitas tabelas e gráficos para facilitar a sua apresentação e análise.

4. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo aborda a apresentação, análise e discussão dos resultados para as análises físico-químicas; análises microbiológicas, análises sensoriais e aceitabilidade de mercado para produtos irradiados, respectivamente, para batata, cenoura e vagem minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento.

4.1. Análises físico-químicas

Esse item apresenta os dados referentes aos valores obtidos nas análises de teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor (valores de croma e ângulo Hue), carotenoide total e firmeza para batata, cenoura e vagem processadas, e irradiadas.

Conforme descrito no capítulo referente à metodologia, foi realizada análise de variância e os dados que apresentaram diferenças significativas podem ser observados na Tabela 4.1 (para batata), Tabela 4.37 (para cenoura) e Tabela 4.73 (para vagem), que trazem os valores dos quadrados médios para cada uma das análises em função do dia de armazenamento. Aqueles seguidos de asterisco (*) são os que apresentaram diferença significativa ao nível de significância de 5%.

Após a análise de variância foi aplicado o Teste de Tukey para comparação das médias. As Tabelas de 4.2 a 4.36 trazem os dados referentes ao teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor (valores de croma e ângulo Hue), carotenoide total e firmeza para as análises das amostras de batata realizadas no 1º, 8º, 15º, 22º e 29º dia de armazenamento, respectivamente. As Tabelas de 4.38 a 4.72 apresentam os dados referentes ao teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor (valores de croma e ângulo Hue), carotenoide total e firmeza para as análises das amostras de cenoura realizadas no 1º, 8º, 15º, 22º e 29º dia de armazenamento, respectivamente. Os dados presentes nas Tabelas 4.74 a 4.108 são referentes ao teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor (valores de croma e ângulo Hue), carotenoide total e firmeza para as análises das amostras de vagem realizadas no 1º, 8º, 15º, 22º e 29º dia de armazenamento, respectivamente. Todas as Tabelas listadas apresentam a mesma metodologia para a interpretação de dados.

Os dados foram divididos de acordo com o período de armazenamento e para cada um deles as tabelas trazem informações sobre as médias obtidas nas análises mostrando a interferência das diferentes doses de radiação utilizadas (conforme pode ser observado na 5ª coluna de cada uma das tabelas até o 15° dia de armazenamento e na 4ª coluna de cada uma das tabelas no 22° e 29° dia de armazenamento). A interferência das diferentes temperaturas de armazenamento (dados presentes na última linha das tabelas relacionadas). E a interação entre as diferentes doses de radiação e temperaturas de armazenamento (demais dados das tabelas listadas). Nota-se ainda que as letras maiúsculas distintas traduzem diferença significativa comparando-se os dados das colunas e as letras minúsculas distintas traduzem diferença significativa comparando-se os dados das linhas. Quando não foi verificada a diferença significativa foram colocados somente os valores médios sem as letras, pois as mesmas seriam todas iguais.

As amostras que não foram irradiadas foram denominadas de testemunha ou controle no decorrer da análise e discussão dos resultados.

4.1.1. Batata

A análise de variância para os parâmetros físico-químicos das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas encontram-se na Tabela 4.1. A análise permite verificar se houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, entre as doses de radiação utilizadas e entre a interação das temperaturas de armazenamento com as doses de radiação. Essas interações foram calculadas para cada um dos dias de armazenamento.

Tabela 4.1 - Análise de variância (nível de significância de 5%) para os parâmetros físico-químicos das batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas de acordo com os efeitos das temperaturas de armazenamento, das doses de radiação e a da interação entre as temperaturas e doses para cada período de armazenamento

Quadrado médio - 1º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	12,404*	0,082*	0,146*	1390,144*	0,019*	704,424*	9,578*
Doses	3	4,501*	0,022*	0,163*	1,758	0,001	86,667*	1,112
Temperaturas x Doses	6	4,095*	0,047*	0,098*	7,149	0,006	157,980*	2,559
Resíduo	24	0,869	0,005	0,001	5,134	0,004	4,079	1,705
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		21,33	8,92	0,48	11,98	5,25	7	61,9
Quadrado médio - 8º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	26,410*	0,117*	0,648*	765,894*	0,017*	584,090*	4,774*
Doses	3	0,521*	0,125*	0,623*	5,531	0,013*	225,398*	0,444
Temperaturas x Doses	6	1,724*	0,186*	0,469*	7,175	0,008*	128,614*	1,226*
Resíduo	24	0,073	0,015	0,004	6,861	0,002	5,328	0,185
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		5,84	17,1	1,13	15,61	3,18	10,89	39,78
Quadrado médio - 15º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	22,436*	0,187*	2,832*	1009,846*	0,076*	567,791*	0,381
Doses	3	0,820*	0,007	0,560*	5,131	0,014*	48,412*	0,308
Temperaturas x Doses	6	1,035*	0,027*	0,277*	13,285*	0,008*	300,143*	1,148*
Resíduo	24	0,069	0,008	0,021	3.795	0,002	0,698	0,213
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		6,13	16,45	2,44	10,91	3,54	4,19	53,4

continua

conclusão

Quadrado médio - 22º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	1	10,667*	1,075*	<0,001	379,931*	0,035*	659,402*	1,475*
Doses	3	0,387	0,134*	0,237*	8,667*	0,016*	20,464*	0,180
Temperaturas x Doses	3	0,430	0,150*	<0,001	15,313*	0,003	16,646*	0,609*
Resíduo	16	0,148	0,003	0,001	2,123	0,002	0.780	0,107
Total	23	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		9,93	8,49	0,38	7,54	3,32	3,6	80,67
Quadrado médio - 29º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	1	4,084*	0,003	0,003	1187,367*	0,0817*	0,224	1,354*
Doses	3	0,156	0,046*	0,641*	5,076	0,008*	7,608	0,220
Temperaturas x Doses	3	0,275	0,010	0,799*	21,397	0,009*	33,449*	0,220
Resíduo	16	0,189	0,012	0,002	12,464	0,002	2,82	0,169
Total	23	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		12,28	15,75	0,77	16,6	2,85	12,35	172,97

*Significativo ao nível de 5%
G.L. = Graus de liberdade
CV = coeficiente de variação

Verifica-se que, para a maioria dos parâmetros físico-químicos, houve diferença significativa entre as variáveis. Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento os parâmetros firmeza (15º dia de armazenamento), pH (22º e 29º dias de armazenamento), acidez e carotenoides totais (29º dia de armazenamento) não apresentaram diferença significativa (ao nível de 5%) para os diferentes tratamentos. Em relação às diferentes doses de radiação o parâmetro cor (croma) diferiu estatisticamente somente para o 22º dia de armazenamento. O parâmetro firmeza não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de radiação durante todo o período de armazenamento. Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, nota-se que a maioria das análises realizadas foi diferente estatisticamente em cada um dos dias de armazenamento.

4.1.1.1. Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis é uma medida indireta do teor de açúcares, podendo variar de 2 a 25%, conforme algumas características, tais como clima, nível de maturação e espécie (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os valores para o teor de sólidos solúveis para as amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas no presente trabalho de tese variaram de 2,90 a 8,23º Brix, o que apresenta um intervalo relativamente alto de resultados. Segundo Pineli et al. (2005), foram encontrados valores para batatas minimamente processadas embaladas em diferentes atmosferas modificadas entre aproximadamente 3,3 e 4,7º Brix. Fernandes et al. (2010) verificaram que a média dos valores para teor de sólidos solúveis em polpa de tubérculos de batata de diferentes cultivares na safra de inverno variaram de 3,95 a 5,27° Brix. Públio et al. (2012) encontraram valores para teor de sólidos solúveis de tubérculos de batata submetidos a diferentes concentrações de adubação potássica entre 3,82 a 4,35° Brix. As médias dos dados encontrados no presente trabalho estão distribuídas em uma faixa maior do que as citadas, o que pode ser explicado à combinação de técnicas utilizadas, tais como, processamento mínimo, pré-cozimento, irradiação, embalagem e temperaturas de armazenamento.

A Tabela 4.2 apresenta as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, as doses de 1kGy e 3 kGy diferiram da testemunha, apresentando médias inferiores que a mesma.

Nota-se diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, onde se verificou diminuição do teor de sólidos solúveis quando as amostras foram acondicionadas em freezer e geladeira se comparadas com as mantidas em temperatura ambiente.

Quanto a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que as doses de 1 kGy, 2 kGy e 3 KGy apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha para as amostras mantidas em temperatura ambiente. Para as amostras armazenadas em geladeira e freezer não houve diferença significativa para as doses de radiação utilizadas em relação a testemunha.

Para as amostras que não foram irradiadas houve diferença significativa em relação as armazenadas em geladeira e freezer quando comparadas as mantidas em temperatura ambiente.

Tabela 4.2 – Média dos teores de sólidos solúveis (ºBrix) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$8,233^{Aa}$	$4,233^{Ab}$	$3,633^{Ab}$	$5,367^{A}$
1	$4,800^{Ba}$	$3,567^{Aa}$	$3,267^{Aa}$	$3,888^{B}$
2	$4,433^{Ba}$	$5,133^{Aa}$	$4,567^{Aa}$	$4,338^{AB}$
3	$4,067^{Ba}$	$4,567^{Aa}$	$2,933^{Aa}$	$3,856^{B}$
	$5,383^{a}$	$4,375^{b}$	$3,350^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º dia de armazenamento (Tabela 4.3) a dose de 1 kGy difere estatisticamente da testemunha. Conforme aconteceu com as análises de sólidos solúveis no 1º dia de armazenamento, ocorreu diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, onde verifica-se diminuição do teor de sólidos solúveis quando as amostras foram acondicionadas em geladeira e freezer, se comparadas com as mantidas em temperatura ambiente.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nas amostras mantidas em temperatura ambiente verifica-se que as doses de 1 kGy e 3 kGy apresentaram diferenças significativas em relação a testemunha. Nas amostras armazenadas em geladeira as doses de 2 kGy e 3 kGy apresentaram diferença significativa comparadas à testemunha. Para todas as doses, houve queda no teor de sólidos solúveis quando armazenados em geladeira e freezer, se comparados aos da temperatura ambiente.

Tabela 4.3 - Média dos teores de sólidos solúveis (ºBrix) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$5,967^{Ba}$	$4,567^{Bb}$	$2,800^{Ac}$	$4,444^{BC}$
1	$7,167^{Aa}$	$4,033^{Bb}$	$3,400^{Ac}$	$4,867^{A}$
2	$5,967^{Ba}$	$5,233^{Ab}$	$3,067^{Ac}$	$4,756^{AB}$
3	$4,867^{Ca}$	$5,333^{Aa}$	$2,900^{Ab}$	$4,367^{C}$
	$5,992^{a}$	$4,792^{b}$	$3,042^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Assim como no 8º dia de armazenamento, as análises realizadas no 15º dia (Tabela 4.4) demonstram que a dose de 1 kGy difere estatisticamente da testemunha. Conforme aconteceu com as análises de sólidos solúveis no 1º e 8º dia de armazenamento, ocorreu diferença significativa entre as diferentes temperaturas, onde verifica-se diminuição do teor de sólidos solúveis quando as amostras foram acondicionadas em geladeira e no freezer, se comparadas com as armazenadas em temperatura ambiente. Isso foi constatado em todas as doses de radiação. Para as amostras mantidas em temperatura ambiente, verifica-se que todas as doses de radiação apresentaram diferenças significativas entre si.

Tabela 4.4 - Média dos teores de sólidos solúveis (ºBrix) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$6,167^{Ba}$	$3,500^{Ab}$	$3,300^{Ab}$	$4,322^{B}$
1	$7,033^{Aa}$	$3,500^{Ab}$	$3,500^{Ab}$	$4,678^{A}$
2	$5,400^{Ca}$	$3,533^{Ab}$	$3,400^{Ab}$	$4,111^{B}$
3	$4,800^{Da}$	$3,800^{Ab}$	$3,367^{Ab}$	$3,989^{B}$
	$5,850^{a}$	$3,583^{b}$	$3,392^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.1, os resultados das análises realizadas no 22º e no 29º dia de armazenamento não apresentaram diferença significativa entre as doses de radiação utilizadas e entre a interação das temperaturas de armazenamento e das doses de radiação.

Tabela 4.5 - Média dos teores de sólidos solúveis (ºBrix) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	5,100	3,367	4,233
1	4,333	3,300	3,817
2	4,000	3,267	3,633
3	4,733	2,900	3,817
	$4,542^{a}$	$3,208^{b}$	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Houve diferença significativa apenas entre as temperaturas de armazenamento, na qual se observa diminuição nos valores de sólidos solúveis para

as amostras acondicionadas em freezer, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.5 e na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Média dos teores de sólidos solúveis (ºBrix) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	4,367	2,967	3,667
1	4,067	3,267	3,667
2	3,700	2,967	3,333
3	3,667	3,300	3,483
	3,950[a]	3,125[b]	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para todo o período analisado, as amostras acondicionadas em freezer apresentaram valores de sólidos solúveis inferiores àquelas armazenadas em geladeira e temperatura ambiente, respectivamente.

No 1º, 8º e 15º dia de armazenamento, a dose de 1 kGy foi diferente estatisticamente da testemunha.

A dose de 2 kGy não apresentou diferença significativa em relação a testemunha em todos os períodos analisados.

Para as amostras mantidas em geladeira, se comparada às médias dos valores obtidos no 1º e 29º dia de armazenamento, verifica-se que houve redução no teor de sólidos solúveis (de 4,38 para 3,95). Isso está de acordo com o resultado obtido por Fonseca (2007), que verificou queda em todos os tratamentos para batata minimamente processada com diferentes aditivos para conservação mantidas entre 4 e 6°C, quando comparam-se as análises feitas no 1º e 13º dia de armazenamento.

No geral, comparando-se isoladamente as doses de radiação e as temperaturas de armazenamento no decorrer dos dias, verifica-se que houve queda no teor de sólidos solúveis. Rocha, Coulon e Morais (2003) constataram queda no teor de sólidos solúveis totais a partir do 7º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, sob vácuo parcial e mantidas a 6ºC.

O comportamento do teor de sólidos solúveis está relacionado ao estresse mecânico sofrido pelo processamento mínimo. Isso provoca aumento da atividade metabólica dos produtos minimamente processados, o que pode contribuir para a degradação de componentes estruturais. Com isso, o açúcar é consumido no processo respiratório e fermentativo e são produzidos CO_2, água e ácidos orgânicos.

Esses processos contribuem para a diminuição do teor de sólidos solúveis ao longo do tempo (PINELI et al., 2005).

4.1.1.2. Acidez Titulável

Os valores para acidez titulável (em % de ácido cítrico) variaram de 0,35 a 1,38. Segundo Públio et al. (2012) encontraram valores entre 0,55 a 0,65% para acidez titulável de tubérculos de batata tratados com concentrações diferentes de adubação potássica. Smith (1977) verificou valores para acidez titulável em batatas entre 0,85 e 1,15%. Pineli et al. (2005) verificaram que os valores de acidez titulável para batatas minimamente processadas embaladas em diferentes atmosferas modificadas foi praticamente estável e em torno de 0,15%. Fernandes et al. (2010) verificaram que as médias dos valores para acidez titulável em polpa de tubérculos de batata de diferentes cultivares na safra de inverno variaram de 0,17 a 0,20% de ácido cítrico. Segundo Dias (2011), os valores encontrados para batata minimamente processadas variaram de 0,18 a 0,24% de ácido cítrico nas análises realizadas no dia 0 e de 0,07 a 0,11% para as análises feitas no 12º dia de armazenamento, onde verificou-se queda nos valores de acidez titulável ao longo do período de armazenamento. As diferenças observadas para os valores referentes ao parâmetro acidez titulável no presente trabalho de tese quando comparados com os autores citados, pode estar relacionado à combinação de técnicas, tais como, processamento mínimo, pré-cozimento, irradiação, embalagem, temperaturas de armazenamento.

Os valores de acidez mais elevados ocorrem em virtude da utilização das embalagens à vácuo, pois segundo Pineli et al. (2005) os tratamentos com menores concentrações de oxigênio na embalagem foram aqueles que apresentaram maiores valores para acidez.

A Tabela 4.7 apresenta as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, a dose de 1 kGy diferiu da testemunha, apresentando média inferior.

Tabela 4.7: Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	$0,883^{Aa}$	$0,806^{BCab}$	$0,730^{Ab}$	$0,807^{A}$
1	$0,685^{Ba}$	$0,704^{Ca}$	$0,670^{Aa}$	$0,686^{B}$
2	$0,582^{Bb}$	$0,864^{Aba}$	$0,807^{Aa}$	$0,751^{AB}$
3	$0,614^{Bb}$	$1,011^{Aa}$	$0,670^{Ab}$	$0,765^{AB}$
	$0,691^{b}$	$0,846^{a}$	$0,719^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nota-se diferença significativa nas análises de acidez titulável entre as amostras armazenadas em geladeira quando comparadas com as mantidas em temperatura ambiente e freezer.

Quanto a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente houve diferença em todas as doses de radiação em relação à testemunha. Para as acondicionadas em geladeira, as doses de 2 kGy e 3 kGy diferiram significativamente da sua testemunha. Para as armazenadas em freezer não houve diferença significativa em relação as diferentes doses de radiação utilizadas.

No 8º dia de armazenamento (Tabela 4.8) nenhuma das doses diferiu estatisticamente da testemunha. Observa-se diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, e diminuição da acidez quando as amostras foram acondicionadas em freezer e geladeira, se comparadas com as mantidas em temperatura ambiente.

Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, observa-se que nas amostras mantidas em temperatura ambiente as doses de 1 kGy e 3 kGy apresentaram diferenças significativas com a testemunha. Nas amostras armazenadas em geladeira e em freezer não foram constatadas diferenças significativas quando comparadas às respectivas testemunhas. As doses de radiação, apesar de apresentar diferença significativa em alguns casos, não alterou o parâmetro de acidez no 8º dia de armazenamento.

Tabela 4.8 - Média das análises de acidez titulável (em % de ácido cítrico) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$1,024^{Aa}$	$0,576^{ABb}$	$0,597^{Ab}$	$0,732^{AB}$
1	$0,640^{Bab}$	$0,480^{Bb}$	$0,750^{Aa}$	$0,623^{B}$
2	$1,248^{Aa}$	$0,723^{ABb}$	$0,670^{Ab}$	$0,880^{A}$
3	$0,410^{Bb}$	$0,787^{Aa}$	$0,723^{Aa}$	$0,640^{B}$
	$0,830^{a}$	$0,642^{b}$	$0,685^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises realizadas no 15º dia de armazenamento, verificou-se que as doses de radiação não apresentaram diferença significativa para o parâmetro acidez titulável (Tabela 4.1). Conforme pode ser observado na Tabela 4.9, houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento. Nota-se diminuição da acidez quando as amostras foram acondicionadas em geladeira e freezer, se comparadas com as mantidas em temperatura ambiente.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que nas amostras armazenadas em temperatura ambiente as doses de 1 kGy 2 kGy apresentaram diferenças significativas em relação à sua testemunha. Para todas as doses de radiação, houve queda nas médias de acidez titulável quando as amostras foram armazenadas em geladeira e freezer, se comparados às mantidas em temperatura ambiente.

Tabela 4.9 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$0,544^{Ba}$	$0,544^{Aa}$	$0,543^{Aa}$	0,544
1	$0,736^{Aba}$	$0,352^{Ac}$	$0,547^{Ab}$	0,545
2	$0,768^{Aa}$	$0,416^{Ab}$	$0,460^{Ab}$	0,548
3	$0,736^{ABa}$	$0,493^{Ab}$	$0,577^{Aab}$	0,602
	$0,696^{a}$	$0,451^{b}$	$0,532^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 22º dia de armazenamento (Tabela 4.10) apresentaram diferença significativa entre as doses de radiação utilizadas. Verifica-se que, com o aumento das doses de radiação, houve queda no parâmetro

acidez titulável, quando comparados com a testemunha. Nota-se ainda que houve diferença significativa entre as médias das diferentes temperaturas de armazenamento e entre a interação das temperaturas e das doses de radiação e, que para todos os casos, a acidez titulável das amostras armazenadas em freezer foi inferior a das amostras mantidas em geladeira. Para as amostras mantidas em geladeira, todas as doses de radiação utilizadas diferiram estatisticamente da sua testemunha.

Tabela 4.10 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$1,376^{Aa}$	$0,408^{Ab}$	$0,928^{A}$
1	$0,800^{Ba}$	$0,513^{Ab}$	$0,657^{B}$
2	$0,800^{Ba}$	$0,513^{Ab}$	$0,657^{B}$
3	$0,704^{Ba}$	$0,480^{Ab}$	$0,592^{B}$
	$0,920^{a}$	$0,497^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.1, os resultados das análises realizadas no 29º dia de armazenamento, não apresentaram diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento e entre a interação das temperaturas de armazenamento e das doses de radiação. Nota-se que houve diferença significativa apenas entre as doses de radiação, mas mesmo assim todas as doses foram estatisticamente iguais à testemunha, ou seja, não apresentou diferença em relação ao produto não irradiado (Tabela 4.11).

Tabela 4.11 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	0,736	0,710	$0,723^{AB}$
1	0,544	0,590	$0,567^{B}$
2	0,813	0,680	$0,746^{AB}$
3	0,736	0,767	$0,751^{A}$
	0,707	0,687	

Letras maiúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Na maioria dos dados a partir do 8º dia de armazenamento pode-se observar que a tendência é que os valores de acidez titulável sejam maiores nas amostras

mantidas em temperatura ambiente, seguidas das acondicionadas em geladeira e freezer, respectivamente. Segundo Bezerra et al. (2002) o aumento da acidez total pode ocorrer devido ao início de um processo fermentativo bacteriano com o consumo do oxigênio e produção de ácidos orgânicos, como o lático, butírico, acético, entre outros. Isso mostra que as amostras mantidas em geladeira e freezer encontram-se em melhores condições de conservação comparadas com as mantidas em temperatura ambiente. As amostras acondicionadas em temperatura ambiente deterioraram mais rapidamente.

Para as amostras mantidas em geladeira e em freezer observa-se que, até o 15º e 22º dia de armazenamento (respectivamente), há tendência de queda para os valores relacionados à acidez titulável. Esses dados estão de acordo com Fonseca (2007) que verificou queda em todos os tratamentos para batata minimamente processada com diferentes aditivos para conservação mantidas entre 4 e 6°C, quando comparam-se as análises feitas no 1º e 13º dia de armazenamento. Ressalta-se que apesar das médias dos valores encontrados no presente trabalho forem superiores aos obtidos por Fonseca (2007), que encontrou valores entre 0,13 a 0,42% de ácido cítrico, a mesma tendência de resultados é observada.

No geral, a utilização da radiação gama não causou diferença significativa quando comparados com a testemunha, ou seja, com a amostra não irradiada.

4.1.1.3. pH

As médias dos valores apresentados para pH variaram de 5,1 a 8,2. Lovatto et al. (2012) verificaram que os tubérculos de batata minimamente processados mantiveram valores de pH compreendidos entre 5,0 e 7,0. A maioria dos valores observados no presente trabalho de tese está entre essa mesma faixa de resultado apresentado por Lovatto et al. (2012). Fernandes et al. (2010) verificaram que a média dos valores para pH em polpa de batata de diferentes cultivares na safra de inverno variaram de 6,06 a 6,40. Para Dias (2011) os valores de pH encontrados para batatas minimamente processadas variaram de 5,37 a 5,70 no dia 0 e de 6,10 a 6,50 no 12° dia de armazenamento, observando-se assim valores de pH mais elevados com o passar do tempo. Públio et al. (2012) observaram valores para pH em tubérculos de batata submetidos a diferentes concentrações de adubação potássica variando entre 5,7 a 5,9.

A Tabela 4.12 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação experimentadas, todas as doses utilizadas diferiram estatisticamente da testemunha, com valores próximos, porém menores que a mesma. Observa-se que o aumento da dose de radiação provocou diminuições mais acentuadas no pH.

Em relação as diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que houve diferença significativa entre todos os tratamentos.

Quanto a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que para todas as temperaturas de armazenamento houve diferença estatística entre as doses de radiação e suas respectivas testemunhas.

Tabela 4.12 - Média das análises de pH no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	$6,120^{Ab}$	$6,250^{Aa}$	$5,710^{Bc}$	$6,027^{A}$
1	$5,800^{Cab}$	$5,840^{Ba}$	$5,763^{ABb}$	$5,801^{B}$
2	$5,910^{Ba}$	$5,820^{Bb}$	$5,563^{Cc}$	$5,764^{C}$
3	$5,863^{Ba}$	$5,520^{Cc}$	$5,797^{Ab}$	$5,727^{D}$
	$5,923^{a}$	$5,858^{b}$	$5,708^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º dia de armazenamento (Tabela 4.13) a dose de 1 kGy foi a única que não diferiu estatisticamente da testemunha. Conforme aconteceu com as análises de pH no 1º dia de armazenamento, ocorreu diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, verificou-se diminuição do pH quando as amostras foram acondicionadas em geladeira e freezer, se comparadas com as mantidas em temperatura ambiente.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que nas amostras conservadas em temperatura ambiente e freezer a dose de 1 kGy não apresentou diferença significativa quando comparadas com suas respectivas testemunhas. Nas amostras armazenadas em geladeira nenhuma das doses apresentou diferença significativa quando comparada à sua testemunha.

Tabela 4.13 - Média das análises de pH no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$6,103^{Ba}$	$5,643^{Ab}$	$5,593^{BCb}$	$5,780^{B}$
1	$6,197^{Ba}$	$5,653^{Ab}$	$5,573^{Cb}$	$5,808^{B}$
2	$5,093^{Cc}$	$5,523^{Ab}$	$5,733^{Aba}$	$5,450^{C}$
3	$6,793^{Aa}$	$5,613^{Ac}$	$5,873^{Ab}$	$6,093^{A}$
	$6,047^{a}$	$5,608^{c}$	$5,693^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Assim como no 1º dia de armazenamento, as análises realizadas no 15º dia (Tabela 4.14) todas as doses de radiação apresentaram diferença estatística em relação à testemunha, apresentando valores próximos, mas menores que a mesma. Houve, ainda, diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, onde verificou-se diminuição do pH quando as amostras foram acondicionadas em geladeira e freezer, se comparadas com as mantidas em temperatura ambiente.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente todas as doses utilizadas apresentaram diferença significativa em relação a sua testemunha. Para as armazenadas em geladeira somente a dose de 1 kGy apresentou diferença significativa em relação a sua testemunha. Nota-se que a principal interferência entre cada uma das doses utilizadas foi referente as diferentes temperaturas de armazenamento.

Tabela 4.14 - Média das análises de pH no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$6,337^{Aa}$	$5,930^{Ab}$	$6,437^{ABa}$	$6,234^{A}$
1	$5,280^{Bc}$	$5,573^{Bb}$	$6,443^{ABa}$	$5,766^{BC}$
2	$5,287^{Bc}$	$5,723^{ABb}$	$6,663^{Aa}$	$5,891^{B}$
3	$5,123^{Bc}$	$5,663^{ABb}$	$6,197^{Ba}$	$5,661^{C}$
	$5,507^{c}$	$5,723^{b}$	$6,435^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.1, os resultados das análises realizadas no 22º e no 29º dia de armazenamento não apresentaram diferença significativa entre as

temperaturas de armazenamento e verifica-se que a dose de 1 kGy não apresentaram diferença significativa em relação a testemunha.

Tabela 4.15 - Média das análises de pH no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	8,283	8,288	$8,283^{A}$
1	8,093	8,093	$8,093^{A}$
2	7,800	7,800	$7,800^{C}$
3	8,050	8,050	$8,050^{B}$
	8,057	8,057	

Letras maiúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 29º dia de armazenamento para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento mostra que para as amostras armazenadas em geladeira houve diferença significativa entre todas as doses utilizadas. Para as mantidas em freezer, somente a dose de 1 kGy apresentou diferença estatística em relação a sua testemunha.

Tabela 4.16 - Média das análises de pH no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$6,743^{Ba}$	$6,423^{Ab}$	$6,583^{A}$
1	$7,013^{Aa}$	$6,197^{Bb}$	$6,605^{A}$
2	$5,890^{Cb}$	$6,313^{Aa}$	$6,102^{B}$
3	$5,567^{Db}$	$6,373^{Aa}$	$5,970^{C}$
	6,303	6,367	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme dados das Tabelas 4.15 e 4.16, o aumento do pH, principalmente após o 22º e 29º de armazenamento, pode ser explicado pelo avançado processo de deterioração dos alimentos (AL-SHAIBANI; GREIG, 1979 apud FABBRI, 2009).

No geral, a utilização da radiação gama em amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas causou diferenças significativas quando comparados com a testemunha. Para as análises realizadas no 8º, 22° e 29° dia de armazenamento foram constatadas que as amostras irradiadas com dose de 1 kGy não apresentaram diferença estatística em relação as amostras não irradiadas, mostrando que essa dose pode ser utilizada sem alterar o parâmetro pH.

Comparando-se os valores de pH ao longo do tempo, verifica-se que, na maioria dos casos, houve aumento do valores de pH, tendo esses alcançado um pico nas análises realizadas no 22º dia de armazenamento. Dias (2011) também verificou aumento dos valores de pH para todos os tratamentos ao longo dos períodos analisados.

Em relação as temperaturas de armazenameto, nota-se que houve diferença significativa até o 15° dia de armazenamento, porém não foi verificada uma tendência nos resultados.

4.1.1.4. Cor

Conforme descrito no capítulo 3 referente à metodologia, para o parâmetro cor foram considerados para a comparação das médias os valores de croma e ângulo Hue.

Os valores de croma representam a pureza da cor em relação ao cinza. Os valores próximos a zero indicam cores neutras (branco ou cinza) e valores próximos de 60 cores intensas. Os valores do ângulo Hue, que representa as diferentes tonalidades de cores existentes, podem ser medidos em graus. A cor vermelha é indicada por 0º, a cor amarela por 90º, a cor verde-azulada por 180º e a cor azul por 270º (MCGUIRE, 1992). Para o presente trabalho, os valores para o ângulo Hue encontram-se medidos em radianos, que para termos comparativos foram transformados em graus.

Os valores para croma variaram de 6,38 a 32,56. Dias (2011) encontrou médias de cromaticidade para batatas minimamente processadas submetidas a diferentes acondicionamentos variando de 17,42 a 18,29 no dia 0 e de 18,82 a 20,09 no 12º dia armazenamento. Fernandes et al. (2010) verificaram que a média dos valores para croma em polpa de tubérculos de batata de diferentes cultivares na safra de inverno variaram de 13,8 a 25,4. Todos os resultados apresentam intensidade de cor mais próxima ao branco, conforme esperado.

A Tabela 4.17 apresenta as médias de croma para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se diferença significativa para as diferentes temperaturas de armazenamento (Tabela 4.1). As amostras mantidas em geladeira apresentaram

valores superiores se comparadas às amostras mantidas em temperatura ambiente e freezer. Nesse caso, as doses de radiação não interferiram nos valores de croma.

Tabela 4.17 - Média das análises de croma no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	14,127	30,183	13,783	19,364
1	12,093	31,690	11,410	18,398
2	11,617	30,920	15,027	19,188
3	11,877	32,563	11,690	18,710
	$12,428^{b}$	$31,339^{a}$	$12,978^{b}$	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º e 15º dia de armazenamento, conforme pode ser verificado na Tabela 4.1 não houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação.

Observa-se que as amostras armazenadas em geladeira apresentaram valores maiores para croma se comparados com as armazenadas em freezer e temperatura ambiente, respectivamente (Tabela 4.18 e Tabela 4.19).

Tabela 4.18 - Média das análises de croma no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$9,987^{Ac}$	$28,163^{Aa}$	$15,330^{Ab}$	17,827
1	$8,843^{Ac}$	$22,743^{Aa}$	$16,197^{Ab}$	15,928
2	$8,423^{Ac}$	$26,070^{Aa}$	$15,523^{Ab}$	16,672
3	$10,483^{Ab}$	$24,160^{Aa}$	$15,393^{Ab}$	16,679
	$9,434^{c}$	$25,284^{a}$	$15,611^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para a interação entre as doses de radiação e temperaturas de armazenamento no 22º e 29º dia de armazenamento, verifica-se que para todas as doses experimentadas as amostras mantidas em geladeira apresentaram valores superiores para croma quando comparados com as armazenadas em temperatura ambiente e freezer.

Tabela 4.19 - Média das análises de croma no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$6,383^{Bc}$	$27,033^{Aa}$	$18,017^{Ab}$	17,144
1	$10,510^{ABc}$	$26,640^{Aa}$	$17,303^{Ab}$	18,151
2	$9,450^{ABc}$	$27,980^{Aa}$	$14,667^{Ab}$	17,366
3	$12,247^{Ab}$	$29,393^{Aa}$	$14,767^{Ab}$	18,792
	$9,648^{c}$	$27,762^{a}$	$16,181^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As análises realizadas no 22º dia de armazenamento (Tabela 4.20) apresentaram diferença significativa entre as doses de radiação utilizadas, porém nenhuma das doses utilizadas diferiu estatisticamente da testemunha. As diferenças entre as temperaturas de armazenamento continuam e as amostras armazenadas em geladeira apresentam valores superiores para croma quando comparadas com as mantidas em freezer.

Em relação a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento nota-se que para as amostras acondicionadas em geladeira a dose de 1 kGy diferiu estatisticamente da sua testemunha e que para todas as doses utilizadas a temperatura de armazenamento interferiu nos valores de croma.

Tabela 4.20 - Média das análises de croma no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$21,027^{Ba}$	$17,127^{Ab}$	$19,077^{AB}$
1	$26,410^{Aa}$	$14,960^{Ab}$	20.685^{A}
2	$24,310^{ABa}$	$15,120^{Ab}$	$19,715^{AB}$
3	$21,463^{Ba}$	$14,173^{Ab}$	$17,818^{B}$
	$23,303^{a}$	$15,345^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados para as análises realizadas durante o 29º dia de armazenamento mostram que só houve diferença significativa para as diferentes temperaturas de armazenamento. As amostras mantidas em geladeira apresentaram valores superiores se comparadas às amostras mantidas em temperatura ambiente e freezer (Tabela 4.21).

Tabela 4.21 - Média das análises de croma no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	27,983	15,157	21,570
1	27,450	16,130	21,790
2	31,643	11,993	21,818
3	26,137	13,663	19,900
	28,303[a]	14,236[b]	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, para o parâmetro croma não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas. A principal interferência ocorreu devido as diferentes temperaturas de armazenamento e, em todos os casos, as amostras armazenadas em geladeira apresentaram valores de croma superiores às mantidas em temperatura ambiente e em freezer. Portanto, nota-se que as amostras acondicionadas em geladeira estavam mais escuras quando comparadas com as mantidas em temperatura ambiente e freezer.

Os valores para ângulo Hue (em radiano) variaram de 1,13 a 1,48. Esses valores podem ser convertidos em graus, apresentando valores que variam de 64,74º a 84,80º, que representam valores próximos à tonalidade amarela. Dias (2011) encontrou valores para ângulo Hue para batatas minimamente processadas variando de 101,34 a 102,39º no dia 0 e de 96,33 a 99, 29º no 12º dia, mantidas sob refrigeração. Fernandes et al. (2010) verificaram que a média dos valores para ângulo Hue em polpa de tubérculos de batata de diferentes cultivares na safra de inverno variaram de 100,1 a 101,2. Essas diferenças nos valores podem estar relacionadas a combinações de tratamentos que foram utilizadas no presente trabalho.

A Tabela 4.22 traz as médias do ângulo Hue para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento utilizadas (Tabela 4.1). As amostras mantidas em geladeira apresentaram valores superiores se comparadas às amostras mantidas em temperatura ambiente e freezer. Nesse caso, as doses de radiação não interferiram nos valores de ângulo Hue.

Tabela 4.22 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	1,320	1,303	1,173	1,266
1	1,267	1,283	1,203	1,251
2	1,207	1,307	1,263	1,259
3	1,307	1,290	1,237	1,278
	$1,275^{ab}$	$1,296^{a}$	$1,219^{b}$	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º e 15º dia de armazenamento, conforme pode ser verificado na Tabela 4.1, houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação, para as temperaturas de armazenamento e para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento. As análises realizadas no 8º dia de armazenamento mostram que as doses de 1 kGy e 2 kGy diferiram estatisticamente da testemunha. Nota-se também que houve diferença estatística entre as temperaturas de armazenamento e que as amostras mantidas em temperatura ambiente apresentaram valores inferiores que as armazenadas em geladeira e freezer (Tabela 4.23).

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, observa-se que para as amostras mantidas em geladeira a dose de 2 kGy diferiu estatisticamente da sua testemunha. Para as armazenadas em freezer, todas as doses diferiram significativamente da sua testemunha.

Tabela 4.23 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$1,247^{ABb}$	$1,383^{Aa}$	$1,427^{Aa}$	$1,352^{A}$
1	$1,207^{Bb}$	$1,337^{Aba}$	$1,260^{Bab}$	$1,268^{B}$
2	$1,277^{Aba}$	$1,283^{Ba}$	$1,287^{Ba}$	$1,282^{B}$
3	$1,313^{Aa}$	$1,323^{Aba}$	$1,303^{Ba}$	$1,313^{AB}$
	$1,261^{b}$	$1,332^{a}$	$1,319^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 15º dia de armazenamento mostram que a dose de 1 kGy diferiu estatisticamente da testemunha (Tabela 4.24). Nota-se diferença estatística entre as temperaturas de armazenamento e, que as amostras

mantidas em temperatura ambiente apresentaram valores inferiores que as armazenadas em geladeira e freezer.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que ouve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas somente entre as amostras armazenadas temperatura ambiente, e que a dose de 3 kGy foi a que diferiu significativamente da sua testemunha.

Tabela 4.24 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$1,210^{BCb}$	$1,397^{Aa}$	$1,430^{Aa}$	$1,346^{A}$
1	$1,130^{Cb}$	$1,353^{Aa}$	$1,343^{Aa}$	$1,276^{B}$
2	$1,257^{ABb}$	$1,340^{Aab}$	$1,353^{Aa}$	$1,317^{AB}$
3	$1,340^{Aa}$	$1,373^{Aa}$	$1,383^{Aa}$	$1,366^{A}$
	$1,234^{b}$	$1,366^{a}$	$1,338^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme dados da Tabela 4.25, verifica-se que as análises realizadas no 22º dia de armazenamento mostram que todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha. Nota-se que houve diferença estatística entre as temperaturas de armazenamento, onde verifica-se que as amostras mantidas em geladeira apresentaram valores maiores que as armazenadas em freezer. Na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 4.25 - Média das análises de ângulo Hue (em radiano) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	1,440	1,387	$1,413^{A}$
1	1,353	1,263	$1,308^{B}$
2	1,373	1,243	$1,308^{B}$
3	1,327	1,297	$1,312^{B}$
	$1,373^{a}$	$1,298^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As análises realizadas no 29º dia de armazenamento mostram que nenhuma das doses utilizadas apresentaram diferença significativa em relação a testemunha. Nota-se que houve diferença estatística entre as temperaturas de armazenamento e,

que as amostras mantidas em geladeira apresentaram valores maiores para o ângulo Hue do que as armazenadas em freezer (Tabela 4.26).

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que para as amostras mantidas em geladeira a dose de 3 kGy diferiu estatisticamente da testemunha. Para as armazenadas em freezer a dose de 1 kGy apresentou diferença estatística em relação a sua testemunha.

Tabela 4.26 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	**Temperaturas**		
	Geladeira	**Freezer**	
0	$1,477^{Aa}$	$1,263^{Bb}$	$1,370^{AB}$
1	$1,417^{ABa}$	$1,387^{Aa}$	$1,402^{A}$
2	$1,437^{ABa}$	$1,340^{ABb}$	$1,388^{A}$
3	$1,380^{Ba}$	$1,253^{Bb}$	$1,317^{B}$
	$1,428^{a}$	$1,311^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, os valores obtidos para o ângulo Hue foram maiores nas amostras mantidas em geladeira, seguidas das armazenadas em freezer e temperatura ambiente, respectivamente. Isso mostra que as amostras mantidas em temperaturas mais baixas (geladeira e freezer), principalmente as acondicionadas em geladeira (5°C±1°C), mantiveram a tonalidade da cor das batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mais próximas da tonalidade amarela.

Analisando-se o efeito das diferentes doses de radiação utilizadas verificou-se que a dose de 3 kGy foi diferente da testemunha apenas nas análises realizadas no 22° dia de armazenamento, portanto foi a dose que menos diferenciou das amostras não irradiadas.

4.1.1.5. Carotenoides totais

Os carotenoides estão relacionados à pigmentação natural, que variam do amarelo ao vermelho. Podem ser encontrados em folhas verdes, frutos, flores, sementes, raízes, algas, bactérias fungos e leveduras (FABBRI, 2009).

As médias dos valores encontradas para carotenoides totais variaram de 4,487 a 43,560 mg/kg, o que apresenta uma variação relativamente alta entre os resultados. Para comparação dos valores de carotenoides totais de batata verificou-

se estudos realizados com batata-doce. Muradian (1991) observou médias de valores entre 2,1 a 202,7 mg/kg para diferentes cultivares de batata-doce crua e de 2,0 a 194,1mg/kg para diferentes cultivares de batata-doce cozidas, ambos para os ensaios com 30 repetições. Nota-se, também, variações relativamente altas em os valores encontrados.

A composição dos carotenoides nas plantas pode ser afetada por diversos fatores, entre eles, métodos de plantio e colheita, variedade da planta, processo de industrialização, armazenamento e técnicas de preparo (MURADIAN, 1991).

A Tabela 4.27 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento.

Tabela 4.27 - Média das análises de carotenoides totais no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$19{,}023^{Bc}$	$41{,}723^{Aa}$	$32{,}347^{Bb}$	$31{,}031^{A}$
1	$18{,}487^{Bc}$	$35{,}170^{Ba}$	$24{,}583^{Cb}$	$26{,}080^{B}$
2	$23{,}940^{Ac}$	$28{,}410^{Cb}$	$43{,}560^{Aa}$	$31{,}970^{A}$
3	$18{,}843^{Bc}$	$23{,}297^{Db}$	$36{,}630^{Ba}$	$26{,}257^{B}$
	$20{,}073^{c}$	$32{,}150^{b}$	$34{,}280^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, a única que não difere estatisticamente da testemunha é a de 2 kGy. Observa-se que a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação gerou diferenças significativas em quase todas as combinações.

Tabela 4.28 - Média das análises de carotenoides totais no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$22{,}823^{Aa}$	$25{,}850^{Ba}$	$9{,}680^{Bb}$	$19{,}451^{BC}$
1	$24{,}393^{Aa}$	$16{,}023^{Cb}$	$9{,}830^{Bc}$	$16{,}749^{C}$
2	$22{,}140^{Ab}$	$26{,}990^{Ba}$	$11{,}573^{Bc}$	$20{,}234^{B}$
3	$19{,}660^{Ab}$	$41{,}493^{Aa}$	$23{,}940^{Ab}$	$28{,}364^{A}$
	$22{,}254^{b}$	$27{,}589^{a}$	$13{,}756^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para as análises realizadas no 8º dia (Tabela 4.28) as doses de radiação de 1 kGy e 2 kGy não apresentaram diferença estatística em relação à testemunha. Nota-se que a dose de 2 kGy foi igual estatisticamente a testemunha em todas as temperaturas de armazenamento.

Tabela 4.29 - Média das análises de carotenoides totais no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$4,487^{Cc}$	$16,270^{ABb}$	$31,817^{Ba}$	$17,524^{B}$
1	$11,380^{Bc}$	$14,467^{Bb}$	$38,293^{Aa}$	$21,380^{A}$
2	$25,193^{Ab}$	$14,413^{Bc}$	$27,593^{Ca}$	$22,400^{A}$
3	$25,130^{Aa}$	$16,533^{Ab}$	$13,730^{Dc}$	$18,464^{B}$
	$16,548^{b}$	$15,421^{c}$	$27,858^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises realizadas no 15º dia de armazenamento, verificou-se que a dose de irradiação de 3 kGy não apresentou diferença significativa em relação a testemunha. Conforme pode ser observado na Tabela 4.29, verifica-se que a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação gerou diferenças significativas em quase todas as combinações. A exceção está para a interação doses de radiação e temperatura de geladeira, a qual não apresentou diferença significativa para nenhuma das doses em relação à testemunha.

Tabela 4.30 - Média das análises de carotenoides totais no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$33,713^{Aa}$	$19,603^{Bb}$	$26,658^{A}$
1	$27,557^{Ba}$	$19,207^{Bb}$	$23,382^{B}$
2	$28,940^{Ba}$	$21,893^{Ab}$	$25,417^{A}$
3	$28,847^{Ba}$	$16,420^{Cb}$	$22,633^{B}$
	$29,764^{a}$	$19,281^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.30, os resultados das análises realizadas no 22º dia de armazenamento, observa-se que para todas as doses houve queda na quantidade de carotenoides totais nas amostras mantidas no freezer.

Tabela 4.31 - Média das análises de carotenoides totais no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$14,017^{ABa}$	$16,440^{Aa}$	15,228
1	$15,917^{Aa}$	$10,833^{Bb}$	13,375
2	$13,750^{ABa}$	$11,630^{Ba}$	12,690
3	$10,300^{Bb}$	$15,853^{Aa}$	13,077
	13,496	13,689	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.31, os resultados das análises realizadas no 29º dia de armazenamento, não apresentaram diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento e entre as doses de radiação.

Analisando-se os dados como um todo, observa-se queda nos valores de carotenoides totais em função do período de armazenamento. Essa queda é explicada pelas etapas de processamento realizadas nos alimentos, que destrói a estrutura celular e expõe a fatores adversos levando a sua degradação (MAMEDE, 2007).

Verifica-se que, nas análises realizadas até o 15° dia de armazenamento, as amostras acondicionadas em geladeira foram as que apresentaram os melhores resultados (valores maiores) para o parâmetro carotenoides totais.

Nota-se que as amostras irradiadas com dose de 2 kGy foram as que mais se aproximaram da testemunha e as que apresentaram , no geral, os maiores valores para carotenoides totais.

4.1.1.6. Firmeza

Os valores para firmeza variaram de <0,001 a 3,400 $kg.mm^{-2}$. Fernandes et al. (2010) verificaram que a média dos valores para firmeza em polpa de tubérculos de batata de diferentes cultivares na safra de inverno variaram de 6,72 a 9,31 N, ou seja, 0,69 a 0,95 $kg.mm^{-2}$.

A Tabela 4.32 apresenta as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento.

Tabela 4.32 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 1º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	3,213	0,967	3,633	2,604
1	2,650	1,667	1,867	2,061
2	0,567	1,367	3,400	1,778
3	1,750	1,000	3,233	1,994
	$2,045^{ab}$	$1,250^{b}$	$3,033^{a}$	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Verifica-se que a diferença estatística ocorre somente para as diferentes temperaturas de armazenamento, sendo que a diferença está somente nas armazenadas em geladeira com relação às mantidas no freezer. As amostras armazenadas em freezer apresentaram valores para firmeza superiores que as mantidas em geladeira.

No 8º dia de armazenamento (Tabela 4.33) nenhuma das doses diferiu estatisticamente da testemunha. Observa-se diferença significativa entre as diferentes temperaturas, onde nota-se perda de firmeza paras as amostras mantidas em temperatura ambiente ao longo do período de armazenamento. Essa perda de firmeza ao longo do período de armazenamento pode ser explicada pelo fato de o processamento mínimo aumentar a perecibilidade dos produtos, pois causa aumento da atividade metabólica (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990; VITTI, 2007). Rocha, Coulon e Morais (2003) também verificaram perda de firmeza, em torno de 25%, em batatas minimamente processadas após o 1° dia de processamento.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento verifica-se que a dose de 1 kGy não diferiu das respectivas testemunha em todas as temperaturas de armazenamento utilizadas.

Tabela 4.33 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 8º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$<0,001^{Bb}$	$1,260^{Aa}$	$1,933^{Aa}$	1,064
1	$<0,001^{Bb}$	$1,917^{Aa}$	$1,233^{Aba}$	1,050
2	$<0,001^{Bb}$	$1,717^{Aa}$	$0,800^{Bb}$	0,839
3	$1,583^{Aa}$	$1,650^{Aa}$	$0,900^{Ba}$	1,378
	$0,396^{b}$	$1,636^{a}$	$1,217^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises realizadas no 15º dia de armazenamento, verificou-se que as doses de radiação e as temperaturas de armazenamento não apresentaram diferença significativa para firmeza (Tabela 4.1).

Tabela 4.34 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 15º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$<0,001^{Bb}$	$1,333^{Aa}$	$1,300^{Aa}$	0,878
1	$0,683^{ABb}$	$1,667^{Aa}$	$0,700^{Ab}$	1,017
2	$0,700^{ABab}$	$<0,001^{Bb}$	$1,100^{Aa}$	0,600
3	$1,250^{Aa}$	$0,900^{ABa}$	$0,733^{Aa}$	0,961
	0,658	0,975	0,958	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme pode ser observado na Tabela 4.34, houve diferença significativa na interação entre as diferentes temperaturas e doses de radiação. Conforme observado nas análises feitas no 8º dia de armazenamento, para todas as temperaturas, a dose de 1 kGy não diferiu da testemunha.

Tabela 4.35 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 22º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$<0,001^{Ab}$	$1,067^{Aa}$	0,533
1	$<0,001^{Ab}$	$0,950^{Aa}$	0,475
2	$0,333^{Aa}$	$0,600^{ABa}$	0,467
3	$0,300^{Aa}$	$<0,001^{Ba}$	0,150
	$0,158^{b}$	$0,654^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.1, os resultados das análises realizadas no 22º e no 29º dia de armazenamento, não apresentaram diferença significativa entre as doses de radiação para o parâmetro firmeza. Para as temperaturas de armazenamento pode-se notar que a firmeza apresentou valores maiores para as amostras mantidas no freezer (Tabelas 3.35 e 3.36).

Tabela 4.36 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 29º dia de armazenamento para batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	<0,001	0,833	0,417
1	<0,001	0,733	0,367
2	<0,001	0,333	0,167
3	<0,001	<0,001	<0,001
	<0,001[b]	0,475[a]	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Observa-se, nas análises de firmeza realizadas ao longo de todo período, que as doses de radiação não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Sendo a temperatura de armazenamento a variável que mais influenciou nos valores relacionados à firmeza. As amostras armazenadas em geladeira e freezer, no geral, apresentaram menores perdas de firmeza se comparadas com as da temperatura ambiente. Portanto, nota-se que as temperaturas de geladeira e freezer foram as mais eficientes na manutenção do parâmetro firmeza ao longo do período de armazenamento.

Pineli et al. (2005) observaram que as batatas minimamente processadas mantiveram a qualidade do produto quando armazenadas a temperatura de 5ºC. As amostras armazenadas sob temperatura de 15°C apresentaram, a partir do 6º dia de armazenamento, extravasamento de líquido celular, perda de firmeza e odores e sabores desagradáveis. Para as amostras armazenadas a 5ºC houve ligeira perda de firmeza, superfície das batatas apresentando aspecto enrugado, escurecimento de alguns pontos e pouco extravasamento de líquido celular.

Nourian, Ramaswamy e Kushalappa (2003) verificaram que batatas processadas e cozidas apresentaram queda de firmeza com o passar do tempo e aumento da temperatura de armazenamento. A queda mais acentuada foi observada quando a temperatura de armazenamento foi de 16 e 20ºC, tornando inaceitáveis após 35 e 28 dias de armazenamento, respectivamente. As amostras armazenadas a 12ºC apresentaram vida de prateleira de 98 dias e as mantidas sob temperaturas de 4 e 8ºC de 130 dias.

Alguns autores, como Laurila, Hurme e Ahvenainen (1998) e Cantwell (2000), recomendam manter produtos minimamente processados em temperaturas entre 0°C e 5ºC, com o objetivo de manter a qualidade e a segurança dos alimentos.

Enfatizaram que vegetais sensíveis ao frio devem ser armazenados em temperaturas entre 2 e 3ºC. Mais especificamente para batatas minimamente processadas, estudos revelaram que as temperaturas de armazenamento variam entre 4°C a 7ºC.

O tempo de prateleira de batatas minimamente processadas varia em função, principalmente, das características do produto, do tipo de corte adotado, tratamentos para conservação, embalagens e temperatura de armazenamento. A combinação desses tratamentos pode aumentar a vida de prateleira dos produtos minimamente processados (PINELI et al., 2005).

Esses estudos estão de acordo com os dados obtidos no presente trabalho de tese, que mostra que as amostras armazenadas em temperatura ambiente tiveram perda de firmeza mais acentuada que as armazenadas em geladeira e freezer. Em relação ao tempo de prateleira, as amostras em temperatura ambiente foram analisadas somente até o 15º dia de armazenamento, pois a partir daí apresentaram sinais de deterioramento, como por exemplo, odor desagradável.

4.1.2. Cenoura

A análise de variância para os parâmetros físico-químicos das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas encontram-se na Tabela 4.37. Essa análise permite verificar se houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, entre as doses de radiação utilizadas e entre a interação das temperaturas de armazenamento com as doses de radiação. Essas interações foram calculadas para cada um dos dias de armazenamento.

Tabela 4.37 - Análise de variância (nível de significância de 5%) para os parâmetros físico-químicos das cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas de acordo com os efeitos das temperaturas de armazenamento, das doses de radiação e a da interação entre as temperaturas e doses para cada período de armazenamento

Quadrado médio - 1º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	5,434*	0,411*	2856,05*	10,517	0,001*	1656,428*	18,688*
Doses	3	2,878*	0,135*	1355,49*	41,807*	<0,001	298,040*	13,567*
Temperaturas x Doses	6	0,935*	0,074*	427,28*	51,476*	<0,001	42,445*	4,554
Resíduo	24	0,255	0,005	0,002	8,626	<0,001	3,684	3,561
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		6,01	16,1	0,79	5,2	1,25	3,28	39,73
Quadrado médio - 8º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	3,853*	2,401*	16,819*	93,272*	<0,001	6467,349*	25,83*
Doses	3	1,503	0,122*	0,087*	210,462*	0,001	186,949*	0,58
Temperaturas x Doses	6	0,697	0,131*	1,124*	119,073*	<0,001	606,240*	2,69*
Resíduo	24	0,833	0,016	0,003	18,689	0,001	11,292	0,332
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		10,4	14,78	1,09	7,74	2,11	6,68	17,75
Quadrado médio - 15º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	3,146*	4,317*	20,546*	126,708*	<0,001	1627,019*	14,872*
Doses	3	0,086	1,093*	1,084*	19,136	<0,001	1071,972*	1,530*
Temperaturas x Doses	6	0,827	0,274*	1,286*	40,547*	<0,001	178,324*	0,778
Resíduo	24	0,567	0,009	0,001	13,186	<0,001	5,028	0,332
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		8,87	14,32	0,6	6,73	1,57	4,55	18,12

continua

conclusão

Quadrado médio - 22º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	1	0,35	0,982*	<0,001	378,659*	<0,001	154,788*	12,615*
Doses	3	1,435*	0,138*	3,164*	26,451	<0,001	278,449*	1,032
Temperaturas x Doses	3	1,942*	0,107*	<0,001	41,941	0,001	5,265	0,489
Resíduo	16	0,14	0,002	<0,001	20,144	<0,001	1,787	0,448
Total	23	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		4,1	13,98	0,14	8,45	1,89	2,76	26,76
Quadrado médio - 29º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	1	9,127*	0,459*	18,975*	75,864	<0,001	849,303*	7,370*
Doses	3	2,641*	0,142*	0,805*	23,914	<0,001	14,065*	0,066
Temperaturas x Doses	3	0,448	0,098*	0,863*	224,817*	0,001	169,224*	0,458
Resíduo	16	0,226	0,006	0,001	40,668	0,001	2,291	0,68
Total	23	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		5,65	22,01	0,44	11,37	2,06	3,78	28,73

*Significativo ao nível de 5%
G.L. = Graus de liberdade
CV = coeficiente de variação

Verifica-se que para a maioria dos parâmetros físico-químicos houve diferença significativa entre as variáveis. Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento os parâmetros cor, sólidos solúveis e pH não apresentaram diferença significativa para os diferentes tratamentos em pelo menos um dos períodos analisados. Em relação às diferentes doses de radiação os parâmetros cor (ângulo Hue) e firmeza apresentaram diferença significativa somente para o 1º dia de armazenamento. Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, nota-se que a maioria das análises realizadas no 22º dia de armazenamento não apresentou diferença estatística.

4.1.2.1. Teor de sólidos solúveis

Os valores para o teor de sólidos solúveis variaram de 7,0 a 10,5º Brix. Alves et al. (2010) encontraram valores para teor de sólidos solúveis em cenouras minimamente processadas variando de 5,66 para 6,33° Brix. Spagnol (2005) observou valores entre 7,73 e 8,06°Brix no início do armazenamento de cenouras minimamente processadas tratados com misturas de diferentes gases. Segundo Lima et al. (2001) os valores de sólidos solúveis encontrados para cenouras irradiadas variaram de 7,98 a 8,48° Brix. Os dados observados por Lima et al. (2003) para teor de sólidos solúveis em cenouras minimamente processadas e irradiadas, mantidas em diferentes atmosferas modificadas e armazenadas a 5°C variaram de 2,9 a 3,4° Brix. A média dos dados encontrada no presente trabalho de tese encontram-se distribuídas em uma faixa maior, com valores superiores para o parâmetro teor de sólidos solúveis do que os citados. Isso pode estar à combinação de técnicas utilizadas no presente estudo, tais como, processamento mínimo, pré-cozimento, embalagem, temperatura de armazenamento e irradiação.

A Tabela 4.38 apresenta as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas todas as doses aplicadas diferiram da testemunha. Esses resultados diferem de Lima et al. (2003) que não encontraram diferenças entre os tratamentos com diferentes doses de radiação em cenoura minimamente processadas avaliadas no tempo zero.

Nota-se diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, onde verificou-se aumento do teor de sólidos solúveis quando as amostras foram acondicionadas em geladeira e freezer, se comparados com as mantidas em temperatura ambiente.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, as amostras mantidas em freezer apresentaram diferença significativa de todas as doses utilizadas quando comparadas com sua testemunha. Paras as armazenadas em temperatura ambiente as doses de 2 kGy e 3 kGy diferiram estatisticamente da testemunha. Paras as acondicionadas em geladeira somente a dose de 2 kGy diferiu significativamente da testemunha.

Tabela 4.38 - Média dos teores de sólidos de solúveis (ºBrix) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$8,500^{Ab}$	$9,100^{ABab}$	$10,100^{Aa}$	$9,233^{A}$
1	$7,500^{ABb}$	$8,533^{ABa}$	$8,000^{Bab}$	$8,011^{B}$
2	$7,200^{Bb}$	$8,333^{Ba}$	$8,700^{Ba}$	$8,078^{B}$
3	$7,333^{Bb}$	$9,500^{Aa}$	$8,067^{Bb}$	$8,300^{B}$
	$7,633^{b}$	$8,867^{a}$	$8,717^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º e 15º dia de armazenamento (Tabelas 3.39 e 3.40, respectivamente), não houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação e para a interação entre temperatura de armazenamento e doses de radiação. Para as análises realizadas no 8º dia de armazenamento, observa-se que as amostras armazenadas em geladeira apresentaram valores menores para teor de sólidos solúveis se comparados com as armazenadas em freezer e temperatura ambiente, respectivamente.

Tabela 4.39 - Média dos teores de teor de sólidos de solúveis (ºBrix) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	9,533	8,633	8,933	9,033
1	9,733	8,467	8,333	8,844
2	9,067	8,700	9,367	9,044
3	9,033	7,033	8,467	8,178
	$9,342^{a}$	$8,208^{b}$	$8,775^{ab}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para as análises realizadas no 15º dia de armazenamento, observa-se que as amostras armazenadas em geladeira apresentaram diferença significativa em relação às mantidas em temperatura ambiente e freezer, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.40. Nota-se que para as amostras acondicionadas em geladeira, as irradiadas apresentam valores superiores a testemunha. Isso está de acordo com Shurong, Meixu e Chuanyao (2006) que verificaram valores maiores para as amostras de cenoura minimamente processadas e irradiadas mantidas em geladeira (4 a 7°C) após o 6° dia de armazenamento.

Tabela 4.40 - Média dos teores de sólidos de solúveis (ºBrix) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	8,733	8,533	8,167	8,478
1	8,100	9,133	7,967	8,400
2	8,067	9,200	8,033	8,433
3	7,553	9,400	8,933	8,622
	$8,108^{b}$	$9,067^{a}$	$8,275^{b}$	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme dados presentes na Tabela 4.41, as análises realizadas no 22º dia de armazenamento não apresentaram diferença significativa entre as diferentes temperaturas. Em relação às doses de radiação, verificou-se que as doses de 2 kGy e 3 kGy foram iguais a testemunha.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nas amostras armazenadas em freezer não houve diferença significativa entre as diferentes doses de radiação se comparadas com sua testemunha. Para as mantidas em geladeira, todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha.

Tabela 4.41 - Média dos teores de sólidos de solúveis (ºBrix) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$9,500^{Ba}$	$9,100^{ABa}$	$9,300^{AB}$
1	$8,567^{Ca}$	$8,500^{Ba}$	$8,533^{C}$
2	$10,500^{Aa}$	$8,867^{ABb}$	$9,683^{A}$
3	$8,400^{Cb}$	$9,533^{Aa}$	$8,967^{BC}$
	9,242	9,000	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para as análises realizadas durante o 29º dia de armazenamento não houve diferença significativa na interação entre as diferentes temperaturas de armazenamento e doses de radiação (Tabela 4.42). Em relação às doses de radiação, todas apresentaram diferença significativa em relação às amostras não irradiadas (testemunha).

Tabela 4.42 - Média dos teores de sólidos de solúveis (ºBrix) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	9,700	9,100	$9,400^{A}$
1	8,667	7,500	$8,083^{B}$
2	8,833	7,600	$8,217^{B}$
3	8,933	7,000	$7,967^{B}$
	$9,033^{a}$	$7,800^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, os valores relacionados ao teor de sólidos solúveis variaram pouco em relação às diferentes doses de radiação. As doses de 2 kGy e 3 kGy foram as que menos diferenciaram das amostras não irradiadas ao longo do período analisado. Segundo Lima et al. (2001) as doses de radiação utilizadas (0,25 kGy, 0,50 kGy, 0,75 kGy e 1,0 kGy) não interferiram no teor de sólidos solúveis em cenouras inteiras irradiadas, o que pode-se afirmar que a irradiação não acelerou a maturidade das cenouras.

Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, as amostras acondicionadas em temperatura ambiente foram diferentes estatisticamente das mantidas em geladeira em todo o período analisado. Porém, os resultados foram próximos e não houve uma tendência ao longo do período de armazenamento.

4.1.2.2. Acidez Titulável

Os valores para acidez titulável (em % de ácido cítrico) variaram de 0,198 a 2,176, o que representa um intervalo relativamente elevado de resultados. Lima et al. (2001) analisaram cenouras inteiras irradiadas e observaram valores para acidez titulável entre 0,54 e 0,69% de ácido cítrico. Lima et al. (2003) verificaram médias de valores entre 0,46 a 1,30% de ácido cítrico em cenouras minimamente processadas, irradiadas e submetidas a diferentes atmosferas modificadas. Os valores encontrados no presente trabalho de tese para o parâmetro teor de sólidos solúveis encontram-se num intervalo maior do que os citados. Isso pode estar à combinação de técnicas utilizadas, tais como, processamento mínimo, pré-cozimento, embalagem, temperatura de armazenamento e irradiação.

A Tabela 4.43 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, todas as doses apresentaram diferença significativa se comparadas à testemunha, apresentando médias inferiores que a mesma. Lima et al. (2001) também constataram diminuição dos valores de acidez total titulável em cenouras inteiras irradiadas com aumento das doses de radiação em cenouras inteiras irradiadas, sendo estas diferentes estatisticamente da amostra controle (não irradiada).

Nota-se diferença significativa entre as amostras armazenadas nas diferentes temperaturas. No geral, as amostras armazenadas em geladeira apresentaram valores para acidez titulável superiores àquelas armazenadas em freezer e temperatura ambiente.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que as amostras mantidas em geladeira apresentaram diferenças significativas para todas as doses quando comparados com sua testemunha. Para as armazenadas em freezer, as doses de 1 kGy e 3 kGy diferiram estatisticamente da sua testemunha.

Tabela 4.43 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	$0,352^{Ab}$	$0,998^{Aa}$	$0,487^{Ab}$	$0,612^{A}$
1	$0,198^{Ab}$	$0,672^{Ba}$	$0,283^{Bb}$	$0,385^{B}$
2	$0,294^{Aa}$	$0,314^{Ca}$	$0,433^{ABa}$	$0,347^{B}$
3	$0,256^{Ab}$	$0,557^{Ba}$	$0,320^{Bb}$	$0,378^{B}$
	$0,275^{c}$	$0,635^{a}$	$0,381^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º dia de armazenamento (Tabela 4.44) verifica-se que somente a dose de 1 kGy diferiu estatisticamente à testemunha. Observa-se diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, uma diminuição da acidez titulável nas amostras que foram acondicionadas em freezer e em geladeira, quando comparadas com as mantidas em temperatura ambiente.

Quando analisada a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento verifica-se que na temperatura ambiente a dose de 1 kGy apresentou diferença significativa comparada à testemunha, enquanto que nas amostras mantidas em freezer a diferença foi para a dose de 2 kGy.

Tabela 4.44 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$1,043^{Ba}$	$0,787^{Ab}$	$0,630^{Ab}$	$0,820^{B}$
1	$1,728^{Aa}$	$0,9153^{Ab}$	$0,280^{ABc}$	$1,008^{A}$
2	$1,248^{Ba}$	$0,774^{Ab}$	$0,177^{Bc}$	$0,733^{B}$
3	$1,216^{Ba}$	$0,749^{Ab}$	$0,480^{Ac}$	$0,815^{B}$
	$1,309^{a}$	$0,807^{b}$	$0,417^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Observa-se que para a maioria dos valores apresentados entre o 1º e o 8º dia de armazenamento apresentou aumento nos valores de acidez titulável. Hagenmaier e Baker (1998) verificaram que amostras de cenouras minimamente processadas e irradiadas com atmosferas modificadas apresentaram aumento nos valores de acidez quando armazenadas a 22°C.

Tabela 4.45 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$2,176^{Aa}$	$1,011^{Ab}$	$0,2433^{Ac}$	$1,144^{A}$
1	$1,408^{Ba}$	$0,582^{Bb}$	$0,1633^{Ac}$	$0,718^{B}$
2	$0,8320^{Ca}$	$0,179^{Cb}$	$0,1633^{Ab}$	$0,392^{C}$
3	$0,960^{Ca}$	$0,096^{Cb}$	$0,2167^{Ab}$	$0,424^{C}$
	$1,344^{a}$	$0,467^{b}$	$0,197^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme pode ser observado na Tabela 4.45, os resultados das análises feitas no 15º dia de armazenamento mostra que a dose de irradiação apresentou diferença significativa no tratamento, onde todas as doses utilizadas diferiram da testemunha. Nota-se diferença significativa entre as diferentes temperaturas, uma diminuição da acidez quando as amostras foram acondicionadas em freezer e em geladeira, respectivamente. Quando analisada a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, as amostras acondicionadas em temperatura

ambiente e em geladeira apresentaram diferença significativa para todas as doses de radiação em relação à testemunha.

Tabela 4.46 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$0,704^{Ba}$	$0,177^{Ab}$	$0,440^{A}$
1	$0,179^{Da}$	$0,130^{Aa}$	$0,154^{C}$
2	$0,499^{Ca}$	$0,130^{Ab}$	$0,314^{B}$
3	$0,832^{Aa}$	$0,160^{Ab}$	$0,496^{A}$
	$0,554^{a}$	$0,149^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 22º e 29º dia de armazenamento, apresentam comportamento parecidos, ou seja, para a interferência das doses de radiação utilizadas verifica-se que a dose de 3 kGy não apresentou diferença significativa se comparadas às testemunhas. Os dados da Tabela 4.46 e da Tabela 4.47 mostram que houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, as amostras mantidas em freezer apresentaram valores menores que as armazenadas em geladeira. Quando analisada a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação as amostras armazenadas no freezer não apresentaram diferença significativa entre as doses de radiação utilizadas e a testemunha.

Tabela 4.47 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$0,800^{Aa}$	$0,253^{Ab}$	$0,527^{A}$
1	$0,4416^{Ba}$	$0,127^{Ab}$	$0,271^{B}$
2	$0,141^{Ca}$	$0,210^{Aa}$	$0,175^{B}$
3	$0,576^{Ba}$	$0,237^{Ab}$	$0,406^{A}$
	$0,483^{a}$	$0,207^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, a maioria dos dados apresentados para o parâmetro acidez titulável mostram que as principais variações dos resultados ocorreram nas amostras acondicionadas em temperatura ambiente, que apresentaram aumento nos valores de acidez ao longo do período de armazenamento. Isso mostra que as amostras

mantidas em geladeira e freezer encontram-se em melhores condições de conservação do que as mantidas em temperatura ambiente. As amostras acondicionadas em temperatura ambiente deterioraram mais rapidamente.

Nota-se que o uso da irradiação interferiu nos resultados referentes ao parâmetro acidez titulável. Porém, verifica-se que a dose de 3 kGy, no geral, foi a que apresentou os valores mais próximos aos das amostras não irradiadas.

4.1.2.3. pH

As médias dos valores apresentados para pH variaram de 3,73 a 7,81. Alves et al. (2010) encontraram valores de 6,23 a 6,79 para cenouras minimamente processadas. Spagnol (2005) verificou valores de pH entre 5,92 a 6,22 para cenouras minimamente processadas e mantidas em temperaturas de 1°C, 5°C e 11°C durante 14 dias de armazenamento. Barry-Ryan e O'Beirne (2000) obtiveram valores para pH entre 5,0 e 7,0 para cenouras minimamente processadas sob diferentes temperaturas de armazenamento e embalagens. Lima et al. (2001) mediram pH em cenouras irradiadas com doses de 0,25 kGy, 0,50 kGy, 0,75 kGy e 1,0 kGy e encontraram valores de 5,70 a 6,15. Lima et al. (2003) encontraram valores entre 4,90 a 6,88 para cenouras minimamente processadas, irradiadas sob diferentes atmosferas modificadas. A média dos dados referente a pH do presente trabalho de tese apresentam intervalo maior do que as citadas. Isso pode estar associado à combinação de técnicas utilizadas, tais como, processamento mínimo, pré-cozimento, irradiação, embalagem e temperaturas de armazenamento.

A Tabela 4.48 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram valores de pH maiores que a testemunha.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se que para todas as temperaturas as amostras irradiadas apresentaram diferença estatística em relação às suas testemunhas.

Tabela 4.48 - Média das análises de pH no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$5,697^{Ca}$	$4,353^{Db}$	$4,277^{Cb}$	$4,776^{C}$
1	$6,540^{Aa}$	$4,547^{Cc}$	$6,137^{Ab}$	$5,741^{B}$
2	$6,157^{Ba}$	$5,887^{Ab}$	$5,870^{Bb}$	$5,971^{A}$
3	$6,523^{Aa}$	$4,737^{Bc}$	$6,067^{Ab}$	$5,776^{B}$
	$6,229^{a}$	$4,881^{c}$	$5,588^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º dia de armazenamento (Tabela 4.49) as doses de 1 kGy e 2 kGy não diferiram estatisticamente da testemunha. Lima et al. (2001) verificaram que o parâmetro pH não obteve diferença para doses até 1 kGy para cenouras inteiras irradiadas.

Conforme aconteceu com as análises de pH no 1º dia de armazenamento, ocorreu diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento.

A interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento mostra que nas amostras mantidas em temperatura de geladeira a dose de 3 kGy apresentou diferença significativa quando comparada com a testemunha. Para as armazenadas em temperatura ambiente e freezer todas as doses utilizadas diferiram das suas respectivas testemunhas.

Tabela 4.49 - Média das análises de pH no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$4,253^{Ab}$	$4,100^{Bc}$	$5,700^{Ca}$	$4,684^{B}$
1	$3,733^{Cc}$	$4,207^{ABb}$	$6,293^{Aa}$	$4,744^{AB}$
2	$3,800^{BCc}$	$4,180^{Bb}$	$6,120^{Ba}$	$4,700^{B}$
3	$3,880^{Bc}$	$4,297^{Ab}$	$6,257^{Aa}$	$4,811^{A}$
	$3,917^{c}$	$4,196^{b}$	$6,093^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Assim, como no 1º dia de armazenamento, as análises realizadas no 15º dia (Tabela 4.50) todas as doses de radiação apresentaram diferença estatística em relação à testemunha. Percebe-se diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento e na interação entre as doses de radiação e as

temperaturas. No geral, observa-se que os tratamento com doses de radiação apresentaram valores de pH maiores que a testemunha.

Tabela 4.50 - Média das análises de pH no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$3,863^{Bb}$	$3,910^{Db}$	$6,727^{Aa}$	$4,833^{C}$
1	$3,860^{Bc}$	$4,077^{Cb}$	$6,443^{Ba}$	$4,793^{D}$
2	$4,000^{Ac}$	$5,690^{Bb}$	$6,663^{Aa}$	$5,451^{A}$
3	$3,927^{Bc}$	$5,990^{Ab}$	$6,197^{Ca}$	$5,371^{B}$
	$3,913^{c}$	$4,917^{b}$	$6,508^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.37, os resultados das análises realizadas no 22º dia de armazenamento (Tabela 4.51), não apresentaram diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento e na interação entre doses de radiação e temperaturas. As doses de 2 kGy e 3 kGy foram iguais estatisticamente a testemunha. Observa-se que os tratamento com doses de radiação apresentaram valores de pH maiores que a testemunha.

Tabela 4.51 - Média das análises de pH no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	6,350	6,350	$6,350^{B}$
1	7,807	7,807	$7,807^{A}$
2	6,350	6,350	$6,350^{B}$
3	6,363	6,363	$6,363^{B}$
	6,718	6,718	

Letras maiúsculas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os dados referentes ao 29º dia de armazenamento mostram que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento. Observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram valores de pH maiores que a testemunha (Tabela 4.52).

Tabela 4.52 - Média das análises de pH no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$4,503^{Bb}$	$6,477^{Ca}$	$5,490^{C}$
1	$4,547^{Bb}$	$6,797^{Aa}$	$5,672^{B}$
2	$5,987^{Ab}$	$6,643^{Ba}$	$6,315^{A}$
3	$4,520^{Bb}$	$6,753^{Aa}$	$5,637^{B}$
	$4,889^{b}$	$6,668^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nota-se, ainda, que, comparando-se os dados das análises realizadas no 22° e 29° dia de armazenamento, houve aumento nos valores de pH. Spagnol (2005) também verificou que houve aumento de pH ao longo do armazenamento para cenouras minimamente processadas.

No geral, a utilização da irradiação gama causou diferenças significativas quando comparados com a testemunha. Houve aumento dos valores de pH para os tratamentos com doses de radiação, se comparados às amostras não irradiadas. Porém, a dose de 2 kGy, no geral, foi a que apresentou os valores mais próximos aos das testemunhas.

4.1.2.4. Cor

Os valores para croma variaram de 45,00 a 68,74. Os valores próximos de 60 indicam presença de cores mais intensas, conforme descrito anteriormente. Lima et al. (2001) apresentaram valores médios para croma entre 28,65 e 40,15 para cenouras inteiras irradiadas, que foram calculados a partir das médias dos valores de a* e b*, conforme metodologia descrita.

A Tabela 4.53 traz as médias de croma para cenouras para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que não houve diferença significativa para as diferentes temperaturas de armazenamento. Para as diferentes doses de radiação utilizadas, nota-se que a dose de 1 kGy foi diferente da testemunha, apresentando média de valores menor que a mesma.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, as amostras mantidas em geladeira, na maioria dos casos, apresentaram valores superiores se comparadas às amostras mantidas em temperatura ambiente e freezer. As doses de radiação experimentadas apresentaram diferença significativa para as amostras armazenadas em geladeira, quando comparadas com sua testemunha.

Tabela 4.53 - Média das análises de croma no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$55,927^{ABb}$	$65,900^{Aa}$	$56,090^{Ab}$	$59,306^{A}$
1	$51,703^{Ba}$	$55,447^{Ba}$	$55,113^{Aa}$	$54,088^{B}$
2	$56,987^{ABa}$	$54,510^{Ba}$	$56,633^{Aa}$	$56,043^{AB}$
3	$60,900^{Aa}$	$53,660^{Bb}$	$54,197^{Ab}$	$56,252^{AB}$
	56,379	57,379	55,508	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para as análises realizadas no 8º dia de armazenamento, observa-se que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas, destacando-se que as doses de 1 kGy e 2 kGy foram diferentes estatisticamente da testemunha. Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, foi constatado diferença entre as médias e verifica-se que as amostras armazenadas em geladeira diferiram estatisticamente das mantidas em freezer. Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, nota-se que a dose de 1 kGy diferiu da testemunha paras as amostras conservadas em temperatura ambiente e freezer. (Tabela 4.54).

Tabela 4.54 - Média das análises de croma no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$55,040^{Bab}$	$49,000^{Bb}$	$62,503^{Aa}$	$55,514^{B}$
1	$49,007^{Ba}$	$51,677^{ABa}$	$48,360^{Ba}$	$49,681^{C}$
2	$68,383^{Aa}$	$52,517^{ABb}$	$63,407^{Aa}$	$61,436^{A}$
3	$49,893^{Bb}$	$59,583^{Aa}$	$60,737^{Aa}$	$56,738^{AB}$
	$55,581^{ab}$	$53,194^{b}$	$58,752^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme dados da Tabela 4.55, os resultados das análises realizadas no 15º dia de armazenamento apresentam diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento e na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento. Note-se que em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, as amostras mantidas em freezer diferiram estatisticamente das mantidas em temperatura ambiente e geladeira. Na interação entre temperaturas e doses de radiação, destaca-se que para as amostras guardadas em temperatura ambiente houve diferença estatística nas doses de 2 kGy e 3 kGy em relação a testemunha, que apresentaram valores inferiores que a mesma.

Tabela 4.55 - Média das análises de croma no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	57,160^{Aa}	52,253^{Aa}	54,640^{Aa}	54,684
1	54,290^{ABa}	52,810^{Aa}	57,587^{Aa}	54,896
2	48,313^{Bb}	50,160^{Aab}	56,940^{Aa}	51,804
3	47,547^{Bb}	54,360^{Aab}	61,707^{Aa}	54,538
	51,828^{b}	52,396^{b}	57,718^{a}	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados para as análises realizadas durante o 22º dia de armazenamento mostram que só houve diferença significativa para as diferentes temperaturas de armazenamento. As amostras mantidas em geladeira apresentaram valores menores se comparadas às amostras mantidas em temperatura em freezer (Tabela 4.56).

Tabela 4.56 - Média das análises de croma no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	**Temperaturas**		
(kGy)	**Geladeira**	**Freezer**	
0	47,610	59,640	53,625
1	45,000	55,367	50,183
2	53,367	53,577	53,472
3	50,590	59,760	55,175
	49,142^{b}	57,086^{a}	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises feitas no 29º dia de armazenamento verifica-se que só houve diferença significativa na interação entre as temperaturas de armazenamento e

doses de radiação (Tabela 4.57). Nota-se que para as amostras mantidas em geladeira, a dose de 2 kGy apresentou diferença significativa em relação a testemunha.

Tabela 4.57 - Média das análises de croma no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$51,787^{Ba}$	$57,663^{Aa}$	54,725
1	$52,233^{Ba}$	$58,627^{Aa}$	55,430
2	$68,740^{Aa}$	$49,417^{Ab}$	59,078
3	$58,820^{ABa}$	$51,650^{Aa}$	55,235
	57,895	54,339	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Na maioria dos períodos analisados, o parâmetro croma não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas. Nas análises realizadas no 1º e 8° dia de armazenamento houve diferença das doses de radiação nos tratamentos e verificou-se que a dose de 1 kGy foi diferente da testemunha em ambos os casos, trazendo valores menores que as mesmas. Nota-se que a dose de 3 kGy não diferiu estatisticamente da testemunha durante todo o período de armazenamento.

A principal interferência ocorreu devido as diferentes temperaturas de armazenamento, onde não observou-se uma tendência para os resultados.

Os valores para o ângulo Hue (em radiano) variaram de 1,10 a 1,15. Esses valores foram convertidos em graus, apresentando valores entre 63,03º a 65,89º, que representam valores entre a tonalidade vermelha e amarela, o que pode ser definido como alaranjado. Lima et al. (2001) apresentaram valores médios para o ângulo Hue entre 42,97° a 48,13° para cenouras inteiras irradiadas, que foram calculados a partir das médias dos valores de L, a* e b*, conforme metodologia descrita.

A Tabela 4.58 traz as médias do ângulo Hue das amostras de cenoura para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que houve diferença significativa para as diferentes temperaturas de armazenamento (Tabela 4.37).

Tabela 4.58 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	1,113	1,110	1,100	1,108
1	1,110	1,133	1,110	1,118
2	1,110	1,130	1,107	1,116
3	1,110	1,130	1,113	1,118
	$1,111^{b}$	$1,126^{a}$	$1,108^{b}$	

Letras minúsculas distintas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As amostras mantidas em geladeira apresentaram valores superiores se comparadas às amostras mantidas em temperatura ambiente e freezer. Nesse caso, as doses de radiação não interferiram nos valores do ângulo Hue (Tabela 4.58).

Tabela 4.59 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	1,127	1,123	1,150	1,133
1	1,123	1,120	1,107	1,117
2	1,140	1,133	1,140	1,138
3	1,127	1,107	1,103	1,112
	1,129	1,121	1,125	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme dados das Tabelas 3.59 a 3.62, para as análises realizadas no 8º, 15º, 22º e 29º dia de armazenamento, não houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação, para as diferentes temperaturas de armazenamento e para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento.

Tabela 4.60 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	1,117	1,113	1,143	1,124
1	1,137	1,137	1,120	1,131
2	1,130	1,110	1,130	1,123
3	1,123	1,117	1,130	1,123
	1,127	1,119	1,131	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Isso mostra que os diferentes tratamentos não apresentaram diferença em relação ao controle (testemunha).

Tabela 4.61 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	1,133	1,100	1,117
1	1,100	1,130	1,115
2	1,107	1,103	1,105
3	1,117	1,133	1,125
	1,114	1,117	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para todos os períodos de armazenamento, cerificou-se que as doses de radiação e a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento não apresentaram diferença estatística significativa entre si. A única diferença observada entre as médias dos dados foi para a temperatura de armazenamento, que ocorreu nas análises realizadas somente no 1º dia de armazenamento.

Tabela 4.62 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	1,120	1,103	1,112
1	1,113	1,147	1,130
2	1,110	1,133	1,122
3	1,127	1,120	1,123
	1,118	1,126	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

É importante ressaltar que, no geral, as doses de radiação, as temperaturas de armazenamento e a interação entre elas não causaram diferenças significativas entre os tratamentos para o parâmetro ângulo Hue.

4.1.2.5. Carotenoides totais

As médias dos valores encontradas para carotenoides totais variaram de 22,75 a 95,89 mg/kg. Moretti et al. (2007) encontraram valores para carotenoides

totais em cenouras minimamente processadas e tratadas com diferentes tempos de centrifugação entre 110 e 125 mg/kg, aproximadamente. Lima et al. (2001) encontraram valores para cenouras inteiras irradiadas entre 92 a 105 mg/kg de carotenoides totais. A diferença de resultados encontrada no presente trabalho de tese pode ser justificada pelo uso de diferentes metodologias para a determinação do parâmetro carotenoides totais e, também, pela associação de tratamentos realizados no presente trabalho (processamento, irradiação e diferentes temperaturas de armazenamento).

A Tabela 4.63 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, a única que não difere estatisticamente da testemunha é a de 1 kGy. Lima et al. (2001) verificaram que doses de até 1 kGy não apresentaram diferença significativa (ao nível de 5%) nas amostras de cenouras inteiras irradiadas.

Observa-se que, em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, as amostras mantidas em temperatura ambiente e em geladeira não apresentaram diferença estatística entre si.

Na interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação notou-se que as doses de 1 kGy e 3 kGy foram iguais estatisticamente a testemunha para as amostras armazenadas em temperatura ambiente e que as doses de 1 kGy e 2 kGy foram iguais estatisticamente a testemunha para as amostras armazenadas em freezer. Para as amostras armazenadas em geladeira, foram constatadas diferenças significativas entre a testemunha e todas as doses utilizadas. Observa-se, ainda, que os tratamentos com doses de radiação apresentaram valores para carotenoides totais maiores que a testemunha.

Tabela 4.63 - Média das análises de carotenoides totais no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$62,520^{Ba}$	$57,083^{Cb}$	$40,793^{Cc}$	$53,466^{C}$
1	$62,803^{Ba}$	$63,640^{Ba}$	$36,780^{Cb}$	$54,408^{C}$
2	$73,2970^{Aa}$	$70,493^{Aa}$	$53,563^{Cb}$	$65,784^{A}$
3	$62,407^{Bb}$	$70,437^{Aa}$	$48,807^{Bc}$	$60,550^{B}$
	$65,257^{a}$	$65,413^{a}$	$44,986^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para as análises realizadas no 8º dia (Tabela 4.64) as doses de radiação de 2 kGy e 3 kGy não apresentaram diferença estatística em relação à testemunha. Nota-se que a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação gerou diferenças significativas em quase todas as combinações. Verifica-se, ainda, que houve redução nos valores de carotenoides totais para as amostras mantidas em temperatura ambiente e geladeira quando comparadas as análises realizadas no 1° e 8° dia de armazenamento. Moretti et al. (2007) relacionaram a queda nos valores de carotenoides aos tratamentos pós-colheita ou operações de processamento, que contribuem para aumento da degradação dos pigmentos.

Tabela 4.64 - Média das análises de carotenoides totais no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$56,550^{Ab}$	$30,187^{Ac}$	$77,633^{Ba}$	$54,790^{A}$
1	$33,693^{Bb}$	$30,000^{Ab}$	$68,183^{Ca}$	$43,959^{B}$
2	$22,747^{Cc}$	$35,700^{Ab}$	$95,890^{Ca}$	$51,446^{A}$
3	$53,730^{Ab}$	$34,790^{Ac}$	$64,773^{Ca}$	$51,098^{A}$
	$41,680^{b}$	$32,669^{c}$	$76,620^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises realizadas no 15º dia de armazenamento, verificou-se que a dose de irradiação de 1 kGy não apresentou diferença significativa em relação a testemunha. Conforme pode ser observado na Tabela 4.65, verifica-se que a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação gerou diferenças significativas em quase todas as combinações. Observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram valores para carotenoides totais maiores que a testemunha.

Tabela 4.65 - Média das análises de carotenoides totais no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$51,423^{Ba}$	$30,660^{Dc}$	$35,873^{Bb}$	$39,319^{B}$
1	$52,237^{Ba}$	$40,637^{Cb}$	$28,123^{Cc}$	$40,332^{B}$
2	$68,277^{Aa}$	$69,700^{Aa}$	$38,693^{Bb}$	$58,890^{A}$
3	$72,257^{Aa}$	$54,983^{Bb}$	$48,370^{Ac}$	$58,537^{A}$
	$61,048^{a}$	$48,995^{b}$	$37,765^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os dados referentes às análises realizadas no 22º dia de armazenamento mostram que as doses de 2 kGy e 3 kGy diferiram estatisticamente da testemunha. Nota-se que não houve diferença estatística na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento (Tabela 4.66).

Tabela 4.66 - Média das análises de carotenoides totais no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	52,707	44,830	$48,768^{B}$
1	48,940	45,000	$46,970^{B}$
2	59,240	55,117	$57,178^{A}$
3	42,843	38,467	$40,655^{C}$
	$50,933^{a}$	$45,853^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.67, os resultados das análises realizadas no 29º dia de armazenamento mostram que a dose de 2 kGy não apresentou diferença estatística em relação à testemunha quando verificada a interferência das doses de radiação e a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento.

Tabela 4.67 - Média das análises de carotenoides totais no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$38,957^{Ab}$	$45,017^{Ba}$	$41,987^{A}$
1	$24,980^{Cb}$	$51,930^{Aa}$	$38,455^{B}$
2	$38,790^{Ab}$	$41,877^{Ba}$	$40,333^{AB}$
3	$33,487^{Bb}$	$44,980^{Ba}$	$39,233^{B}$
	$34,053^{b}$	$45,951^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, nota-se que as amostras irradiadas com dose de 2 kGy não apresentaram diferença significativa, quando comparadas com suas respectivas testemunhas, até o 22° dia de armazenamento. Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, não foi observado tendência nos resultados.

4.1.2.6. Firmeza

Os valores para firmeza variaram de 1,233 a 8,367 kg.mm^{-2}. Lima et al. (2001) encontraram valores para firmeza em cenouras inteiras e irradiadas entre 0,26 a 0,29 kg.mm^{-2}. A diferença entre os valores encontrados pode estar relacionada à metodologia empregada para a determinação do parâmetro firmeza.

A Tabela 4.68 apresenta as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Observa-se que a dose de 3 kGy diferiu estatisticamente da testemunha quando analisada a interferência das doses de radiação nos tratamentos e quando verificada a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento para as amostras mantidas em freezer. Observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram perda de firmeza quando comparados à testemunha.

Tabela 4.68 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 1º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$6,700^{Aa}$	$5,267^{Aa}$	$6,633^{Aa}$	$6,200^{A}$
1	$8,367^{Aa}$	$3,733^{Ab}$	$3,822^{ABb}$	$5,311^{AB}$
2	$4,960^{Aa}$	$4,467^{Aa}$	$2,433^{ABa}$	$5,953^{AB}$
3	$4,633^{Aa}$	$3,633^{Aa}$	$2,333^{Ba}$	$3,533^{B}$
	$6,165^{a}$	$4,275^{ab}$	$3,808^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As análises das amostras realizadas no 8º dia de armazenamento (Tabela 4.69) mostram que nenhuma das doses diferiu estatisticamente da testemunha. Observa-se que, no geral, houve perda de firmeza se comparar-se com os valores obtidos nas análises realizadas no 1º dia de armazenamento (Tabela 4.68). Barry-Ryan e O'Bern (2000) verificaram aumento de firmeza em cenouras minimamente processadas armazenadas sob diferentes temperaturas e embalagens durante os

primeiros 4 dias de armazenamento. Observaram que após o 6º dia de armazenamento, os valores para o parâmetro firmeza se estabilizaram e a partir do 8º dia de armazenamento, houve redução nos valores de firmeza para a maioria dos tratamentos. Os mesmos autores associaram a queda na firmeza à degradação celular, favorecendo assim o aumento da carga microbiana e da atividade metabólica.

Para as amostras armazenadas nas mesmas temperaturas não se verificou diferença significativa entre as doses de radiação, se comparadas às testemunhas.

Tabela 4.69 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 8º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	3,717^{Aa}	4,067^{Aa}	2,433^{Ab}	3,406
1	2,617^{Ab}	4,817^{Aa}	2,500^{Ab}	3,311
2	3,517^{Aa}	3,833^{Aa}	1,867^{Ab}	3,072
3	3,317^{Aa}	3,533^{Aa}	2,700^{Aa}	3,183
	3,292^{b}	4,063^{a}	2,375^{c}	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 15º dia de armazenamento mostraram que a interação entre as doses de radiação e as temperaturas de armazenamento não apresentaram diferença significativa para firmeza (Tabela 4.37 e Tabela 4.70). Nota-se que houve diferença significativa das doses de 2 kGy e 3 kGy se comparados com a testemunha. Observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram perda de firmeza quando comparados à testemunha.

Tabela 4.70 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 15º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	4,700	3,833	2,233	3,589^{A}
1	5,083	3,100	2,300	3,494^{AB}
2	3,617	2,567	2,300	2,828^{B}
3	3,700	3,100	1,367	2,833^{B}
	4,275^{a}	3,233^{b}	2,050^{c}	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nos resultados das análises realizadas no 22º e 29° dia de armazenamento respectivamente apresentados na Tabela 4.70 e Tabela 4.71, verificou-se que as

doses de radiação e a interação entre as doses de radiação e as temperaturas de armazenamento não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 4.37).

Tabela 4.71 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 22º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	3,967	2,100	3,033
1	3,033	2,200	2,617
2	2,667	1,567	2,117
3	3,233	1,233	2,233
	3,225[a]	1,775[b]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.71, observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram perda de firmeza quando comparados à testemunha.

Tabela 4.72 - Média das análises de firmeza (kg/mm^2) no 29º dia de armazenamento para cenouras minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	2,967	2,533	2,750
1	3,267	2,367	2,817
2	3,667	2,233	2,950
3	3,800	2,133	2,967
	3,425[a]	2,317[b]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, com relação ao efeito das diferentes doses de radiação nota-se que a dose de 1 kGy não apresentou diferença significativa em relação a testemunha em todo o período analisado.

Em relação às temperaturas de armazenamento, verificou-se que a temperatura de 5°C±1°C (geladeira) foi mais eficiente na manutenção do parâmetro firmeza ao longo do período de armazenamento.

4.1.3. Vagem

A análise de variância para os parâmetros físico-químicos das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas encontram-se na Tabela 4.73. Essa análise permite verificar se houve diferença significativa entre as

diferentes temperaturas de armazenamento, entre as doses de radiação utilizadas e entre a interação das temperaturas de armazenamento com as doses de radiação. Essas interações foram calculadas para cada um dos dias de armazenamento.

Tabela 4.73 - Análise de variância (nível de significância de 5%) para os parâmetros físico-químicos das vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas de acordo com os efeitos das temperaturas de armazenamento, das doses de radiação e a da interação entre as temperaturas e doses para cada período de armazenamento

Quadrado médio - 1º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	1,687*	0,571*	0,775*	13,498	0,001	931,729*	1,118*
Doses	3	0,343*	0,355*	0,668*	14,389	0,006*	70,673*	0,486
Temperaturas x Doses	6	0,882*	0,505*	0,375*	28,116	0,003	39,180*	0,483
Resíduo	24	0,074	0,027	0,002	20,609	0,001	12,003	0,292
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		5,73	13,85	0,89	14,94	2,95	10,34	28,36
Quadrado médio - 8º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	0,977*	0,012	2,069*	68,383*	0,095*	959,454*	0,538
Doses	3	0,061	0,104*	0,344*	15,227	0,004*	63,755	0,431
Temperaturas x Doses	6	1,301*	0,124*	1,120*	27,430	0,002	104,636*	0,114
Resíduo	24	0,282	0,017	0,071	13,958	0,001	24,855	0,205
Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		11,09	20,34	4,88	14,16	2,37	18,72	22,24
Quadrado médio - 15º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	2	1,309*	0,618*	3,514*	242,782*	0,073*	813,312*	7,102*
Doses	3	0,605*	0,100*	2,222*	39,792*	0,003	52,235*	0,643*
Temperaturas x Doses	6	0,157*	0,289*	0,918*	17,383*	0,005*	411,687*	0,618*
Resíduo	24	0,062	0,010	0,001	4,170	0,002	7,031	0,181

continua

conclusão

Total	35	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		5,24	13,66	0,47	7,17	3,05	10,67	23,04
Quadrado médio - 22º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	1	2,470*	0,067*	>0,001	313,565*	0,070*	482,855*	9,754*
Doses	3	0,003	0,038*	1,302*	18,286	0,004	72,091	0,320
Temperaturas x Doses	3	0,503*	0,020	>0,001	26,305*	0,003	223,458*	0,218
Resíduo	16	0,125	0,008	>0,001	6,297	0,001	39,09	0,304
Total	23	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		7,58	18,18	0,14	9,32	2,61	21,58	30,69
Quadrado médio - 29º dia de armazenamento								
	G.L.	**Brix**	**Acidez**	**pH**	**Cor Croma**	**Cor ângulo Hue**	**Carotenoide**	**Firmeza**
Temperaturas	1	1,500*	0,050	2,013*	19,404	0,246*	11,690*	4,507*
Doses	3	0,101	0,010	0,604*	26,710	0,006*	72,729*	0,526
Temperaturas x Doses	3	0,054	0,104*	0,780*	42,196	0,004*	48,689*	0,328
Resíduo	16	0,050	0,023	>0,001	53,229	0,001	1,048	0,338
Total	23	---	---	---	---	---	---	---
CV (%)		4,63	28,60	0,30	24,98	2,87	4,72	25,29

*Significativo ao nível de 5%
G.L. = Graus de liberdade
CV = coeficiente de variação

Verifica-se que para a maioria dos parâmetros físico-químicos houve diferença significativa entre as variáveis. Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento os parâmetros cor croma (1° e 29º dia de armazenamento), cor ângulo Hue (1° dia de armazenamento), firmeza (8º dia de armazenamento), acidez (8º e 29° dia de armazenamento) e pH (22º dia de armazenamento) não apresentaram diferença significativa (ao nível de 5%) para os diferentes tratamentos. Em relação às diferentes doses de radiação, todos os parâmetros, com exceção do pH, não tiveram a interferência da irradiação nos resultados, ou seja, não apresentando diferença significativa entre as médias. Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, nota-se o parâmetro firmeza

apresentou diferença significativa entre as médias somente nas análises realizadas no 15° dia de armazenamento.

4.1.3.1. Teor de sólidos solúveis

Os valores para o teor de sólidos solúveis variaram de 3,7 a 5,5º Brix. Spagnol (2005) verificou média de valores para teor de sólidos solúveis em vagens minimente processadas, tratadas com diferentes misturas de gases e armazenadas a 5°C entre 5,37° Brix no início do armazenamento e 4,98° Brix após 14 dias de armazenamento.

A Tabela 4.74 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, a dose de 1 kGy diferiu estatisticamente da testemunha. Houve diferença significativa entre as amostras armazenadas em temperatura ambiente em relação às mantidas em geladeira e freezer, que apresentaram valores mais elevados para o parâmetro teor de sólidos solúveis.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, observa-se que para as amostras mantidas em geladeira houve diferença significativa da dose de 1 kGy em relação a sua testemunha.

Tabela 4.74 - Média dos teores de sólidos solúveis (°Brix) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	**Temperaturas**			
	Ambiente	**Geladeira**	**Freezer**	
0	$4,000^{Ab}$	$5,500^{Aa}$	$5,000^{Aa}$	$4,833^{A}$
1	$4,367^{Ab}$	$3,667^{Bc}$	$5,300^{Aa}$	$4,444^{B}$
2	$4,567^{Aa}$	$5,000^{Aa}$	$5,000^{Aa}$	$4,856^{A}$
3	$4,400^{Ab}$	$5,033^{Aa}$	$5,000^{Aa}$	$4,811^{A}$
	$4,333^{b}$	$4,800^{a}$	$5,075^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises feitas no 8° dia de armazenamento, nota-se que as doses de radiação utilizadas não apresentaram diferenças significativas nos diferentes tratamentos (Tabela 4.73). Os dados da Tabela 4.75 mostram que houve diferença

significativa entre as médias das amostras acondicionadas em geladeira, quando comparadas com as amostras mantidas em temperatura ambiente.

Comparando-se os resultados das análises realizadas no 1° e 8° dia de armazenamento, nota-se que, no geral, as médias das amostras mantidas em geladeira e em freezer diminuíram e as médias das amostras que ficaram em temperatura ambiente aumentou para o parâmetro teor de sólidos solúveis.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, observa-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente houve diferença significativa da dose de 1 kGy em relação a sua testemunha.

Tabela 4.75 - Média dos teores de sólidos solúveis (°Brix) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	**Temperaturas**			
	Ambiente	**Geladeira**	**Freezer**	
0	$5,267^{Aa}$	$4,233^{Aa}$	$4,733^{Aa}$	4,744
1	$3,967^{Bb}$	$5,033^{Aab}$	$5,300^{Aa}$	4,767
2	$5,633^{Aa}$	$4,633^{Aab}$	$4,467^{Ab}$	4,911
3	$5,500^{Aa}$	$4,200^{Ab}$	$4,500^{Aab}$	4,733
	$5,092^{a}$	$4,525^{b}$	$4,750^{ab}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 15º dia de armazenamento (Tabela 4.76) mostram que as diferentes doses de radiação utilizadas apresentaram diferença significativa em relação à testemunha. Houve diferença significativa entre as amostras armazenadas em temperatura ambiente em relação às mantidas em geladeira e freezer, que apresentaram valores mais elevados para o parâmetro teor de sólidos solúveis.

Spagnol (2005) verificou que houve tendência de queda nas médias dos valores em vagens minimente processadas, tratadas com diferentes misturas de gases e armazenadas a 5°C após 14 dias de armazenamento. Trail, Wahem e Bizri (1992) também verificaram queda no teor de sólidos solúveis para vagens inteiras pós 12 dias de armazenamento, associando a queda ao consumo de açúcares usado no processo respiratório. No presente trabalho de tese a tendência para os valores de teor de sólidos solúveis nos primeiros 15 dias de armazenamento foi de aumento, o que pode ser justificado pela utilização de embalagens a vácuo, que reduz a respiração.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, observa-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente houve diferença significativa da dose de 1 kGy em relação a sua testemunha. Para as armazenadas em freezer as doses de 2 kGy e 3 kGy diferiram estatisticamente de suas respectivas testemunhas.

Tabela 4.76 - Média dos teores de sólidos solúveis (°Brix) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$3,933^{Bb}$	$5,000^{Aa}$	$4,500^{Ba}$	$4,367^{B}$
1	$4,867^{Aa}$	$4,667^{Aa}$	$4,800^{ABa}$	$4,889^{A}$
2	$4,400^{ABb}$	$5,067^{Aa}$	$5,200^{Aa}$	$4,889^{A}$
3	$4,300^{Bb}$	$5,133^{Aa}$	$5,200^{Aa}$	$4,878^{A}$
	$4,375^{b}$	$4,967^{a}$	$4,925^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para os dados referentes às análises realizadas no 22º dia de armazenamento, observa-se que as doses de radiação não interferiram nos tratamentos. A diferença significativa está na temperatura de armazenamento, que pode ser visualizada na interação das doses de radiação e temperaturas para a dose de 1 kGy (Tabela 4.77).

Tabela 4.77 - Média dos teores de sólidos solúveis (°Brix) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$4,433^{Aa}$	$4,833^{Aa}$	4,633
1	$3,900^{Ab}$	$5,400^{Aa}$	4,650
2	$4,433^{Aa}$	$4,867^{Aa}$	4,650
3	$4,567^{Aa}$	$4,800^{Aa}$	4,683
	$4,333^{b}$	$4,975^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As médias das análises feitas no 29° dia de armazenamento mostram que as doses de radiação não interferiram nos tratamentos, conforme dados da Tabela 4.78. Observa-se que as médias dos resultados, apesar de serem próximos, apresentaram diferença significativa em função das diferentes temperaturas de armazenamento.

Tabela 4.78 - Média dos teores de sólidos solúveis (°Brix) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$5,133^{Aa}$	$4,567^{Ab}$	4,850
1	$4,767^{Aa}$	$4,467^{Aa}$	4,617
2	$5,100^{Aa}$	$4,700^{Ab}$	4,900
3	$5,233^{Aa}$	$4,500^{Ab}$	4,867
	$5,058^{a}$	$4,558^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º, 22º e 29° dia de armazenamento, as doses de radiação utilizadas não interferiram nos valores de teor de sólidos solúveis.

No geral, apesar das diferenças estatísticas observadas, as médias dos valores para teor de sólidos solúveis permaneceram com valores semelhantes nos diferentes tratamentos utilizados e ao longo do período de armazenamento.

4.1.3.2. Acidez Titulável

Os valores obtidos para acidez titulável (em % de ácido cítrico) variaram de 0,256 a 1,802. Proulx et al. (2010) verificaram valores entre 0,3 a 1,0% de ácido ascórbico para vagens inteiras armazenadas sob diferentes temperaturas (1°C, 5°C, 10°C, 15°C e 20°C). A variação entre os valores encontrados pode estar relacionada ao método empregado para a determinação, pois os resultados encontram-se em % de ácido cítrico e % de ácido ascórbico, respectivamente.

A Tabela 4.79 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha, apresentando médias de resultados superiores que a mesma. Quando se avalia a influência das temperaturas de armazenamento, nota-se que as amostras armazenadas em geladeira apresentaram diferença estatística significativa quando comparadas com as armazenadas em temperatura ambiente e freezer. Na interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, observa-se que as amostras irradiadas com 2 kGy e mantidas em temperatura

ambiente e em geladeira apresentaram diferença estatística em relação a suas testemunhas.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, observa-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente houve diferença significativa das doses de 2 kGy e 3 kGy em relação a sua testemunha. Para as armazenadas em geladeira as doses de 1 kGy e 2 kGy diferiram estatisticamente da testemunha.

Tabela 4.79 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	$0,826^{Ba}$	$0,845^{Ba}$	$1,103^{Aa}$	$0,925^{C}$
1	$0,653^{Bb}$	$2,035^{Aa}$	$0,967^{Ab}$	$1,218^{AB}$
2	$1,312^{Ab}$	$1,802^{Aa}$	$1,103^{Ab}$	$1,406^{A}$
3	$1,274^{Aa}$	$1,011^{Ba}$	$1,163^{Aa}$	$1,145^{B}$
	$1,016^{b}$	$1,423^{a}$	$1,084^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para as análises realizadas no 8° dia de armazenamento (Tabela 4.80), nota-se que a dose de 2 kGy apresentou diferença significativa em relação a testemunha, para as diferentes doses de radiação nos tratamentos. Conforme descrito anteriormente, observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram valores maiores que a testemunha. Nesse período de armazenamento pode-se verificar que a temperatura de armazenamento não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Quando se analisa a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, verifica-se que as doses de 2 kGy e 3 kGy apresentaram diferença significativa em relação a testemunha, quando as amostras foram mantidas em temperatura ambiente.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, observa-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente houve diferença significativa das doses de 2 kGy e 3 kGy em relação a sua testemunha.

Tabela 4.80 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$0,320^{Bb}$	$0,730^{ABa}$	$0,643^{Aa}$	$0,564^{B}$
1	$0,467^{Ba}$	$0,589^{Ba}$	$0,637^{Aa}$	$0,564^{B}$
2	$0,896^{Aa}$	$0,915^{Aa}$	$0,563^{Ab}$	$0,792^{A}$
3	$0,851^{Aa}$	$0,480^{Bb}$	$0,620^{Aab}$	$0,650^{AB}$
	0,634	0,678	0,616	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os dados referentes às análises realizadas no 15º dia de armazenamento mostram que as doses de 1 kGy e 2 kGy apresentaram diferença significativa em relação a testemunha (Tabela 4.81). Quando se analisa a interferência das diferentes temperaturas de armazenamento pode-se observar que houve diferença estatística entre as médias das amostras armazenadas em temperatura ambiente, se comparadas às mantidas em geladeira e freezer. Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação nota-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente e em geladeira houve diferença significativa nas doses de radiação em relação a cada uma das testemunhas.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, observa-se que para as amostras mantidas em temperatura ambiente e geladeira houve diferença significativa de todas as doses utilizadas em relação as suas respectivas testemunhas.

Tabela 4.81 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$1,472^{Aa}$	$0,256^{Bc}$	$0,750^{Ab}$	$0,826^{A}$
1	$0,672^{Ca}$	$0,704^{Aa}$	$0,580^{Aa}$	$0,652^{B}$
2	$0,602^{Ca}$	$0,659^{Aa}$	$0,577^{Aa}$	$0,613^{B}$
3	$1,184^{Ba}$	$0,653^{Ab}$	$0,553^{Ab}$	$0,797^{A}$
	$0,982^{a}$	$0,568^{b}$	$0,615^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme dados presentes na Tabela 4.73 verifica-se, comparativamente com as análises feitas no 22º dia de armazenamento não houve diferença significativa para a interação de doses de radiação e temperaturas de armazenamento. Na

Tabela 4.82 observa-se que a dose de 2 kGy diferiru estatisticamente da testemunha e que houve diferença significativa para as temperaturas de armazenamento. Nota-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram valores maiores que os apresentados na testemunha.

Tabela 4.82 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	0,512	0,350	$0,431^{B}$
1	0,576	0,447	$0,511^{AB}$
2	0,704	0,510	$0,607^{A}$
3	0,416	0,480	$0,448^{B}$
	$0,552^{a}$	$0,447^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 29º dia de armazenamento, não apresentaram diferenças significativas para as diferentes doses de radiação e para as diferentes temperaturas de armazenamento, quando analisadas isoladamente (Tabela 4.73 e Tabela 4.83). Com relação à interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, verifica-se que as principais diferenças estão relacionadas às doses de 1 kGy e 3 kGy, que apresentaram diferenças quando foram armazenadas nas diferentes temperaturas.

Tabela 4.83 - Média das análises de acidez titulável (% de ácido cítrico) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$0,512^{ABa}$	$0,543^{Aa}$	0,528
1	$0,346^{Bb}$	$0,620^{Aa}$	0,483
2	$0,710^{Aa}$	$0,453^{Aa}$	0,582
3	$0,384^{ABb}$	$0,700^{Aa}$	0,542
	0,488	0,579	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, observa-se que os tratamentos com doses de radiação apresentaram valores para acidez titulável maiores que a testemunha. Somente nas análises realizadas no 1° dia de armazenamento, verifica-se que todas as doses de radiação utilizadas apresentaram diferença significativa em relação à testemunha. A dose de 3 kGy foi igual a testemunha em todos os demais períodos analisados.

A tendência ao longo do período de armazenamento é de queda nos valores de acidez titulável. Isso está de acordo com os resultados obtidos por Spagnol (2005), que verificaram queda nos valores de acidez titulável durante o período de armazenamento para todos os tratamentos utilizados em vagens minimamente processadas. Proulx et al. (2010) também verificaram tendência de queda nos valores de acidez titulável para vagens inteiras sob diferentes temperaturas de armazenamento.

4.1.3.3. pH

As médias dos valores apresentados para pH variaram de 4,06 a 7,20. Spagnol (2005) verificou pH ao redor de 6,0 para vagens minimente processadas, tratadas com diferentes misturas de gases e armazenadas a 5°C. Proulx et al. (2010) verificaram valores de pH entre 6,0 a 6,5 para vagens inteiras armazenadas sob diferentes temperaturas (1°C, 5°C, 10°C, 15°C e 20°C).

A Tabela 4.84 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que, em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha, com valores próximos, porém apresentando diferença significativa entre elas. Quando se compara as médias dos resultados para analisar a interferência das diferentes temperaturas de armazenamento, verifica-se que para todas as temperaturas houve diferença significativa entre si.

Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação nota-se que a maioria dos dados apresentou diferença estatística significativa. As amostras armazenadas em temperatura ambiente e em geladeira apresentaram diferença significativa em relação as respectivas testemunhas em todas as doses de radiação experimentadas. Considerando as mesmas doses de radiação, as temperaturas de armazenamento também interferiram no pH para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento.

Tabela 4.84 - Média das análises de pH no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$5,283^{Cb}$	$5,087^{Bc}$	$5,703^{Aa}$	$5,358^{C}$
1	$5,817^{Aa}$	$4,703^{Dc}$	$5,160^{Bb}$	$5,227^{D}$
2	$5,703^{Ba}$	$4,963^{Cb}$	$5,740^{Aa}$	$5,469^{B}$
3	$5,890^{Ab}$	$6,010^{Aa}$	$5,677^{Ac}$	$5,859^{A}$
	$5,673^{a}$	$5,191^{c}$	$5,570^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No 8º dia de armazenamento (Tabela 4.85) a dose de 2 kGy diferiu estatisticamente da testemunha. Para verificar a influência da interação entre as temperaturas de armazenamento e as doses de radiação utilizadas, nota-se que a dose de 3 kGy diferiu estatisticamente da testemunha para as amostras armazenadas em temperatura ambiente e geladeira.

Tabela 4.85 - Média das análises de pH no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$6,117^{Aa}$	$4,583^{Bb}$	$6,047^{Aa}$	$5,582^{A}$
1	$5,580^{Aa}$	$5,653^{Aa}$	$5,660^{Aa}$	$5,631^{A}$
2	$4,813^{Bb}$	$4,827^{Bb}$	$5,980^{Aa}$	$5,207^{B}$
3	$4,507^{Bb}$	$5,610^{Aa}$	$6,020^{Aa}$	$5,379^{AB}$
	$5,254^{b}$	$5,168^{b}$	$5,927^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nos dados referentes às análises feitas no 15° dia de armazenamento, verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha. Quando comparadas as médias dos resultados para verificar a interferência das diferentes temperaturas de armazenamento, verifica-se que as amostras mantidas em temperatura ambiente e em geladeira foram diferentes estatisticamente das armazenadas em freezer.

Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação verifica-se que a maioria dos dados apresentou diferença estatística significativa. As amostras armazenadas em temperatura ambiente e em geladeira apresentaram diferença significativa em relação as respectivas testemunhas em todas as doses de radiação experimentadas. Considerando as mesmas doses de radiação, as

temperaturas de armazenamento também interferiram no pH para as análises realizadas no 15º dia de armazenamento.

Tabela 4.86 - Média das análises de pH no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	6,417^{Aa}	5,773^{Ac}	6,037^{Ab}	6,076^{A}
1	4,410^{Cc}	4,647^{Db}	6,027^{Aa}	5,028^{C}
2	5,227^{Bb}	4,807^{Cc}	5,830^{Ba}	5,288^{B}
3	4,063^{Dc}	4,987^{Bb}	6,020^{Aa}	5,023^{C}
	5,029^{b}	5,053^{b}	5,978^{a}	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.87 e da Tabela 4.88, os resultados das análises realizadas no 22º e no 29º dia de armazenamento, verifica-se que em relação às diferentes doses de radiação utilizadas, todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha.

Tabela 4.87 - Média das análises de pH no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	7,203	7,203	7,203^{B}
1	6,923	6,923	6,923^{D}
2	7,017	7,017	7,017^{C}
3	7,950	7,950	7,950^{A}
	7,273	7,273	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para esse mesmo período, nota-se ainda que na interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação a maioria dos dados apresentou diferença estatística significativa. As amostras armazenadas em geladeira e freezer apresentaram diferença significativa em relação as respectivas testemunhas em todas as doses de radiação experimentadas. Considerando as mesmas doses de radiação, as temperaturas de armazenamento também interferiram no pH para as análises realizadas no 29º dia de armazenamento.

Tabela 4.88 - Média das análises de pH no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$6,087^{Bb}$	$6,490^{Ba}$	$6,288^{B}$
1	$6,540^{Aa}$	$6,427^{Cb}$	$6,483^{A}$
2	$4,940^{Db}$	$6,533^{Aa}$	$6,220^{C}$
3	$6,003^{Cb}$	$6,437^{Ca}$	$5,737^{D}$
	$5,893^{b}$	$6,472^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, pode-se notar que as diferentes doses de radiação utilizadas, as temperaturas de armazenamento e a interação entre elas apresentou influência nas médias de pH para a vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas.

Verifica-se tendência de aumento, principalmente nas amostras mantidas em geladeira e freezer, nas médias dos valores de pH até o 22° dia de armazenamento. Spagnol (2005) também verificou aumento nos valores de pH para os diferentes tratamentos realizados com vagens minimamente processadas ao longo do período de armazenamento.

4.1.3.4. Cor

As médias dos valores para croma variaram de 20,53 a 34,04. Para Proulx et al. (2010) os valores de croma variaram de 19 a 27,5 para vagens inteiras armazenadas sob diferentes temperaturas. Mekwatanakam (1998) verificou valores para croma em vagens inteiras sob diferentes temperaturas de armazenamento e embalagens entre aproximadamente 24 e 33.

A Tabela 4.89 traz as médias de croma para vagens para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que não houve diferença significativa para as diferentes temperaturas de armazenamento, para as diferentes doses de radiação e para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento (Tabela 4.73).

Tabela 4.89 - Média das análises de croma no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	32,747	30,183	22,830	28,587
1	29,337	31,690	32,140	31,056
2	31,180	30,920	32,207	31,436
3	29,073	32,563	29,803	30,480
	30,584	31,339	29,245	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As análises realizadas no 8º dia de armazenamento, conforme pode ser verificado na Tabela 4.90, apresentou diferença significativa somente para as médias relacionadas às diferentes temperaturas de armazenamento. Observa-se que as amostras mantidas em freezer apresentaram diferença em relação às mantidas em temperatura ambiente e em geladeira, apresentando valores maiores.

Tabela 4.90 - Média das análises de croma no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	Temperaturas			
(kGy)	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	22,133	28,163	31,660	27,319
1	22,063	22,743	30,507	25,104
2	29,537	26,070	27,377	27,661
3	25,183	24,160	26,910	25,418
	$24,729^{b}$	$25,284^{b}$	$29,113^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As análises realizadas no 15º dia de armazenamento apresentaram diferenças significativas para todos os tratamentos. Conforme dados da Tabela 4.91, observa-se que as doses de 1 kGy e 2 kGy diferiram da testemunha. Para as diferentes temperaturas de armazenamento os valores para croma foram maiores para as amostras mantidas em freezer, seguidas das mantidas em geladeira e temperatura ambiente. Quanto maiores os valores de croma as cores são mais intensas.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que nas amostras armazenadas em temperatura ambiente a dose de 2 kGy diferiu estatisticamente da testemunha. Para as acondicionadas em freezer, todas as

doses utilizadas apresentaram diferença significativa quando comparadas com sua testemunha.

Tabela 4.91 - Média das análises de croma no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$26,227^{ABb}$	$27,033^{Ab}$	$37,920^{Aa}$	$30,393^{A}$
1	$22,857^{BCb}$	$26,640^{Ab}$	$33,083^{Ba}$	$27,527^{BC}$
2	$20,533^{Cb}$	$27,980^{Aa}$	$29,453^{Ba}$	$25,989^{C}$
3	$27,997^{Ab}$	$29,393^{Aab}$	$32,783^{Ba}$	$30,058^{AB}$
	$24,403^{c}$	$27,762^{b}$	$33,310^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As análises realizadas no 22º dia de armazenamento (Tabela 4.92) não apresentaram diferenças significativas entre as doses de radiação utilizadas. As diferenças entre as temperaturas de armazenamento continuam e as amostras armazenadas em geladeira continuam apresentando valores inferiores se comparadas com as mantidas em freezer.

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que nas amostras armazenadas em freezer a dose de 3 kGy diferiu estatisticamente da testemunha.

Tabela 4.92 - Média das análises de croma no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$21,027^{Ab}$	$34,037^{Aa}$	27,532
1	$26,410^{Aa}$	$29,537^{ABa}$	27,973
2	$24,310^{Ab}$	$31,390^{ABa}$	27,850
3	$21,463^{Ab}$	$27,163^{Ba}$	24,313
	$23,303^{b}$	$30,532^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados para as análises realizadas durante o 29º dia de armazenamento mostram que não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos (Tabela 4.93).

Tabela 4.93 - Média das análises de croma no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	27,983	24,247	26,115
1	27,450	32,977	30,213
2	31,643	29,973	30,808
3	26,137	33,210	29,673
	28,303	30,102	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, para o parâmetro croma não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas.

A principal interferência ocorreu devido as diferentes temperaturas de armazenamento. Verifica-se que há tendência de queda dos valores de croma ao longo do período de armazenamento, o que também foi constatado por Mekwatanakam (1998) que verificou queda para croma a partir do 7° dia de armazenamento para todos os tratamentos com vagens inteiras sob diferentes temperaturas de armazenamento e embalagens. Nota-se que as amostras acondicionadas em geladeira e freezer apresentaram melhores resultados para a manutenção dos valores de croma, mantendo assim a cor das vagens mais intensas.

Os valores para o ângulo Hue (em radiano) variaram de 1,22 a 1,48. Esses valores podem ser convertidos em graus, apresentando valores que variam de 69,90º a 84,80º. Spagnol (2005) observou médias de valores para o ângulo Hue entre 115,95° e 117,65° no primeiro dia de armazenamento de vagens minimamente processadas sob efeito de diferentes misturas de gases. Proulx et al. (2010) verificaram valores do ângulo Hue entre 121° a 128° para vagens inteiras armazenadas sob diferentes temperaturas (1°C, 5°C, 10°C, 15°C e 20°C). Mekwatanakam (1998) verificou valores para o ângulo Hue entre aproximadamente 107 e 122 para diferentes cultivares de vagens inteiras sob diferentes temperaturas de armazenamento e embalagens. As diferenças nos resultados encontradas no presente trabalho de tese com os demais autores citados, podem ser justificadas pela associação de diferentes tratamentos ao processamento mínimo. Uma das explicações seria o pré-cozimento ter deixado a cor das vagens amarelo-esverdeada.

A Tabela 4.94 traz as médias do ângulo Hue das amostras de vagens para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se só houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação (Tabela 4.73). Observa-se que as doses de 2 kGy e 3 kGy apresentaram diferença significativa em relação a testemunha. Nota-se que a utilização da irradiação fez com que os valores para o ângulo Hue fossem menores, se comparados as testemunhas.

Tabela 4.94 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	1,373	1,303	1,313	$1,330^{A}$
1	1,260	1,283	1,323	$1,289^{AB}$
2	1,250	1,307	1,280	$1,279^{B}$
3	1,247	1,290	1,280	$1,272^{B}$
	1,283	1,296	1,299	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises referentes ao 8º dia de armazenamento, conforme pode ser verificado na Tabela 4.95, a diferença entre as médias dos tratamentos ocorreu para as diferentes doses de radiação e as diferentes temperaturas de armazenamento. Em relação às doses de radiação, nota-se que, apesar das diferenças, nenhuma das doses diferiu estatisticamente da testemunha.

Tabela 4.95 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	1,423	1,383	1,240	$1,349^{AB}$
1	1,457	1,337	1,293	$1,362^{A}$
2	1,427	1,283	1,253	$1,321^{AB}$
3	1,410	1,323	1,220	$1,318^{B}$
	$1,429^{a}$	$1,332^{b}$	$1,252^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 15º dia de armazenamento mostram que não houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação

utilizadas. Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, verifica-se que as amostras mantidas em temperatura ambiente apresentaram valores superiores que as mantidas em geladeira e freezer (Tabela 4.96). Na interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, verifica-se que a principal interferência ocorreu nas amostras mantidas em freezer, onde verifica-se que a dose de 3 kGy apresentou diferença estatística em relação a testemunha.

Para as amostras mantidas em temperatura ambiente verifica-se, para a maioria dos dados, que houve redução nos valores do ângulo Hue comparando-se as análises realizadas no 8° e 15° de armazenamento. Segundo Proulx et al. (2010) observaram que após sete dias de armazenamento as amostras armazenadas a 15°C e 20°C tenderam a deteriorar mais rapidamente a cor do que as amostras mantidas em temperaturas mais baixas. Trail, Wahem e Bizri (1992) verificaram que após 16 dias de armazenamento os valores para o ângulo Hue e croma de vagens minimamente processadas tiveram redução significativa, apresentando perda da cor verde e de brilho.

Tabela 4.96 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	**Temperaturas**			
	Ambiente	**Geladeira**	**Freezer**	
0	$1,397^{Aa}$	$1,397^{Aa}$	$1,240^{ABb}$	1,344
1	$1,397^{Aa}$	$1,353^{Aa}$	$1,317^{Aa}$	1,356
2	$1,467^{Aa}$	$1,340^{Ab}$	$1,290^{ABb}$	1,366
3	$1,400^{Aa}$	$1,373^{Aa}$	$1,203^{Bb}$	1,326
	$1,415^{a}$	$1,366^{b}$	$1,263^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Conforme dados da Tabela 4.97, verifica-se que as análises realizadas no 22º dia de armazenamento mostram que só houve diferença estatística significativa para as médias das diferentes temperaturas de armazenamento. As amostras mantidas em geladeira apresentaram valores superiores do ângulo Hue quando comparados com as armazenadas no freezer.

Tabela 4.97 - Média das análises de Ângulo Hue (em radiano) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	1,440	1,263	1,352
1	1,353	1,270	1,312
2	1,373	1,270	1,322
3	1,327	1,257	1,292
	$1,373^{a}$	$1,265^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

As análises realizadas no 29º dia de armazenamento mostram que a dose de 3 kGy diferiu estatisticamente da testemunha. Nota-se que houve diferença estatística entre as temperaturas de armazenamento e que as amostras mantidas em geladeira apresentaram valores maiores que as armazenadas em freezer (Tabela 4.98).

Para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que nas amostras armazenadas em geladeira a dose de 3 kGy diferiu estatisticamente da testemunha.

Tabela 4.98 - Média das análises do ângulo Hue (em radiano) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$1,477^{Aa}$	$1,217^{ABb}$	$1,347^{A}$
1	$1,417^{ABa}$	$1,280^{Ab}$	$1,348^{A}$
2	$1,437^{ABa}$	$1,223^{ABb}$	$1,330^{AB}$
3	$1,380^{Ba}$	$1,180^{Bb}$	$1,280^{B}$
	$1,428^{a}$	$1,225^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Analisando-se os dados como um todo, nota-se que as amostras irradiadas com dose de 3 kGy apresentaram diferença significativa quando comparadas com as testemunhas, em quase todo o período analisado. Os valores para o ângulo Hue das amostras irradiadas com 3 kGy foram menores que os das amostras testemunhas.

Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, verifica-se que as amostras acondicionadas em temperatura ambiente obtiveram valores para o ângulo Hue superiores que as amostras mantidas em geladeira e freezer, respectivamente.

4.1.3.5. Carotenoides totais

As médias dos valores encontradas para carotenoides totais variaram de 13,2 a 44,0 mg/kg, o que representa uma variação relativamente alta entre os dados. Muradian e Fiorini (1996) encontraram valores de 0,16 mg/g para alfa-caroteno e 0,9 mg/g para beta-caroteno em vagens tipo macarrão minimamente processadas e cozidas. Esses valores não permitem comparação com os dados do presente trabalho, pois são diferentes entre si e apresentam metodologias de determinação distintas.

A Tabela 4.99 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que, quando analisada a interferência das diferentes doses de radiação utilizadas, a dose de 1 kGy apresentou diferença significativa em relação a testemunha, apresentando média superior que a mesma. Nota-se que houve diferenças estatísticas entre as diferentes temperaturas de armazenamento. Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, verifica-se que para as amostras mantidas no freezer, a dose de 1 kGy apresentou diferença significativa em relação a testemunha.

Tabela 4.99- Média das análises de carotenoide total no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$37,027^{Aa}$	$37,613^{Aa}$	$19,640^{BCb}$	$31,427^{B}$
1	$34,867^{Ab}$	$43,960^{Aa}$	$31,023^{Ab}$	$36,617^{A}$
2	$37,273^{Aa}$	$37,517^{Aa}$	$17,840^{Cb}$	$30,877^{B}$
3	$36,327^{Aa}$	$43,067^{Aa}$	$26,003^{ABb}$	$35,132^{AB}$
	$36,373^{b}$	$40,539^{a}$	$23,627^{c}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para as análises realizadas no 8º dia (Tabela 4.73) as doses de radiação de não apresentaram diferença estatística em relação à testemunha. Os dados da Tabela 4.100, mostram que, em relação às diferentes temperaturas de armazenamento, houve diferença estatística entre as amostras mantidas em geladeira, se comparadas com as mantidas em temperatura ambiente e freezer. Na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, verifica-se a

dose de 1 kGy apresentou diferença estatística significativa nos valores das médias das amostras mantidas em temperatura ambiente.

Tabela 4.100 - Média das análises de carotenoide total no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$28,693^{Bab}$	$19,510^{Ab}$	$33,313^{Aa}$	27,172
1	$43,103^{Aa}$	$17,823^{Ab}$	$24,947^{Ab}$	28,624
2	$25,910^{Ba}$	$15,323^{Ab}$	$26,970^{Aa}$	22,734
3	$35,453^{ABa}$	$13,200^{Ab}$	$35,267^{Aa}$	27,973
	$33,290^{a}$	$16,464^{b}$	$30,124^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Os resultados das análises realizadas no 15º dia (Tabela 4.101) mostram que a dose de 3 kGy diferiu estatisticamente da testemunha. Em relação às diferentes temperaturas de armazenamento utilizadas houve diferença estatística entre elas. Para a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação, verifica-se que as doses de 1 kGy, 2 kGy e 3 kGy apresentaram diferença significativa quando comparadas com suas testemunhas para as amostras em temperatura ambiente e freezer.

Tabela 4.101 - Média das análises de carotenoide total no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$42,497^{Aa}$	$16,727^{ABb}$	$19,410^{Cb}$	$25,878^{A}$
1	$13,940^{Cb}$	$14,810^{ABb}$	$43,997^{Aa}$	$24,249^{AB}$
2	$29,623^{Bb}$	$13,333^{Bc}$	$39,373^{Aa}$	$27,443^{A}$
3	$17,027^{Cb}$	$20,303^{Ab}$	$28,087^{Ba}$	$21,806^{B}$
	$25,522^{b}$	$16,293^{c}$	$32,717^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises realizadas no 22º dia de armazenamento, verificou-se que não houve diferença estatística em relação às diferentes doses de radiação utilizadas (Tabela 4.73). Quando se analisa a interferência das diferentes temperaturas de armazenamento, observa-se que houve diferença estatística entre elas, conforme dados da Tabela 4.102. Nota-se que para a interação entre as temperaturas de armazenamento e as doses de radiação, as doses de 1 kGy e 2 kGy diferiram estatisticamente da testemunha para as amostras mantidas em geladeira.

Tabela 4.102 - Média das análises de carotenoide total no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$27,083^{BCa}$	$27,953^{Aa}$	27,518
1	$23,943^{Ca}$	$26,210^{Aa}$	25,077
2	$43,353^{Aa}$	$22,937^{Ab}$	33,145
3	$39,433^{ABa}$	$20,830^{Ab}$	30,132
	$33,453^{a}$	$24,483^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.103, os resultados das análises realizadas no 29º dia de armazenamento, nota-se que as doses de 1 kGy e 2 kGy apresentaram diferença significativa em relação a testemunha. Quando se analisa a interferência das diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre temperaturas e doses de radiação, observa-se que houve diferença estatística entre elas.

Tabela 4.103 - Média das análises de carotenoide total no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	$22,917^{Bb}$	$24,943^{Aa}$	$23,930^{A}$
1	$18,960^{Cb}$	$21,700^{Ba}$	$20,332^{B}$
2	$13,790^{Db}$	$21,023^{Ba}$	$17,407^{C}$
3	$28,240^{Ab}$	$21,820^{Ba}$	$25,030^{A}$
	$20,977^{b}$	$22,373^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, nota-se que as diferentes temperaturas de armazenamento influenciaram os valores de carotenoides totais. Nota-se que ao longo do período de armazenamento há queda nos valores de carotenoides totais para os tratamentos, que está relacionado às operações de processamento. Essas operações aumentam a degradação dos pigmentos que compõem os carotenoides totais (MORETTI et al., 2007).

4.1.3.6. Firmeza

Os valores para firmeza variaram de <0,001 a 2,533 $kg.mm^{-2}$. Fávaro e Ida (1998) encontraram valores para firmeza de vagens minimamente processadas

submetidas a diferentes tratamentos com concentrações de cálcio durante o desenvolvimento das plantas entre 2,27 e 3,37N, ou seja, 0,23 a 0,34 $kg.mm^{-2}$. Souza et al. (2001) analisaram a textura de vagens tratadas com diferentes incidências de radiação solar e obtiveram médias de valores entre 40,96 a 42,48N, ou seja, 4,18 a 4,33 $kg.mm^{-2}$, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos. A diferença entre as médias dos valores encontrados pode ser explicado à combinação de técnicas utilizadas no presente trabalho de tese, tais como, processamento mínimo, pré-cozimento, irradiação, embalagem e temperaturas de armazenamento.

A Tabela 4.104 traz as médias para as diferentes doses de radiação, diferentes temperaturas de armazenamento e a interação entre doses de radiação e temperaturas para as análises realizadas no 1º dia de armazenamento. Verifica-se que só houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, onde as amostras mantidas em temperatura ambiente foram estatisticamente diferentes das amostras mantidas em freezer.

Tabela 4.104 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 1º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	1,633	1,600	1,533	1,589
1	2,083	2,267	2,000	2,117
2	1,100	2,000	2,533	1,878
3	1,433	2,133	2,533	2,033
	$1,563^{b}$	$2,000^{ab}$	$2,150^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nos resultados das análises referentes ao 8º dia de armazenamento (Tabela 4.105) verifica-se que o parâmetro firmeza não apresentou diferença estatística significativa para as diferentes doses de radiação, para as temperaturas de armazenamento utilizadas e para a interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento. Nesse período, os tratamentos utilizados não interferiram nas médias dos resultados para o parâmetro firmeza.

Tabela 4.105 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 8º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	1,683	1,617	2,067	1,789
1	1,983	2,550	2,233	2,256
2	1,900	2,333	2,300	2,178
3	1,600	2,217	1,933	1,917
	1,792	2,179	2,133	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

A Tabela 4.106 apresenta as médias dos valores de firmeza referentes às análises realizadas no 15º dia de armazenamento e, observa-se que para as doses de 1 kGy e 3 kGy houve diferença significativa em relação a testemunha. Nota-se que, para as diferentes temperaturas de armazenamento, as amostras mantidas em temperatura ambiente foram diferentes estatisticamente das armazenadas em geladeira e freezer. As médias dos valores para firmeza foram menores para as amostras mantidas em temperatura ambiente.

Quando se analisa a interação entre temperaturas de armazenamento e doses de radiação verifica-se que as principais diferenças encontram-se nas amostras armazenadas em temperatura ambiente, que apresentaram diferença estatística para todas as doses em relação à sua testemunha.

Tabela 4.106 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 15º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$<0,001^{Bb}$	$2,633^{Aa}$	$1,767^{Aa}$	$1,467^{B}$
1	$1,700^{Aa}$	$2,333^{Aa}$	$2,033^{Aa}$	$2,022^{A}$
2	$1,167^{Ab}$	$2,300^{Aa}$	$2,300^{Aa}$	$1,856^{AB}$
3	$1,067^{Ab}$	$2,567^{Aa}$	$2,500^{Aa}$	$2,044^{A}$
	$0,983^{b}$	$2,458^{a}$	$2,100^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Nas análises realizadas no 22º e 29° dia de armazenamento, verificou-se que as doses de radiação e a interação das doses de radiação com as temperaturas de armazenamento não apresentaram diferença significativa para firmeza (Tabela 4.73).

Tabela 4.107 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 22º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	1,967	1,167	1,567
1	2,333	1,200	1,767
2	2,900	1,333	2,117
3	2,533	0,933	1,733
	2,433[a]	1,158[b]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Segundo dados da Tabela 4.107 e da Tabela 4.108, referentes às análises realizadas no 22° e 29° dia de armazenamento respectivamente, verifica-se que a diferença estatística está relacionada às diferentes temperaturas de armazenamento. Nota-se que as amostras mantidas em geladeira apresentaram maiores valores para firmeza, se comparadas às mantidas em freezer.

Tabela 4.108 - Média das análises de firmeza (em kg/mm^2) no 29º dia de armazenamento para vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sobre diferentes temperaturas de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas		
	Geladeira	Freezer	
0	3,033	2,233	2,633
1	2,500	1,333	1,917
2	3,000	1,733	2,367
3	2,400	2,167	2,283
	2,733[a]	1,867[b]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, observa-se que as doses de radiação não interferiram nos valores referentes ao parâmetro firmeza nas amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas. Nota-se que as principais diferenças estatísticas estão relacionadas às diferentes temperaturas de armazenamento. Verifica-se que as amostras armazenadas em temperatura ambiente apresentaram valores menores para o parâmetro em questão. Portanto, para o parâmetro firmeza, as amostras acondicionadas em geladeira e freezer apresentaram melhor desempenho.

4.2. Análises microbiológicas

Esse item aborda os resultados das análises microbiológicas em NMP/100mL, conforme descrito no Capítulo 2 referente a metodologia. Os dados foram organizados em tabelas, de acordo com os legumes: batata, cenoura e vagem. Não foram realizados testes estatísticos para esses dados, pois a técnica do número mais provável já é um método de natureza estatística (JAY, 2000).

A Tabela 4.109 traz os resultados para coliformes totais (em NMP/100mL) para as amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e armazenadas sob diferentes temperaturas. Nota-se que em todos os casos, as amostras irradiadas apresentaram valores iguais ou inferiores aos da testemunha, comprovando o efeito da irradiação para a redução da carga microbiana dos alimentos.

Tabela 4.109 - Coliformes totais, em NMP/100mL, para as amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e armazenadas em temperatura ambiente (A), geladeira (G) e freezer (F) durante o período de armazenamento

Doses (kGy)	1º dia			8º dia			15º dia			22º dia			29º dia		
	A	G	F	A	G	F	A	G	F	A	G	F	A	G	F
0	900	170	170	1600	900	280	33	27	27	>1600	280	220	23	27	23
1	33	170	33	<2	280	8	33	17	8	>1600	<2	<2	8	8	8
2	27	<2	2	<2	33	8	27	4	4	1600	<2	<2	7	<2	8
3	26	<2	2	<2	33	<2	<2	<2	<2	17	33	27	8	<2	8

Verifica-se, ainda, que as amostras não irradiadas e mantidas em temperatura ambiente apresentaram os maiores valores para coliformes totais. Vitti el al. (2010) estudaram diferentes cultivares de batatas minimamente processadas e armazenadas sob diferentes temperaturas (5°C, 15°C e 25°C) e verificaram que as amostras mantidas a 5°C apresentaram mais eficiência no controle da atividade metabólica e na segurança microbiológica. Observaram, também, que não foi constatada a presença de coliformes a 45°C e *Salmonella* em todas as amostras.

Para cenoura, os dados podem ser verificados na Tabela 4.110. Observa-se que na maioria dos casos, as amostras de cenouras minimamente processadas e pré-cozidas que foram irradiadas apresentaram valores iguais ou inferiores aos da testemunha, quando analisados os resultados para coliformes totais. Apenas quatro valores das amostras irradiadas apresentaram valores superiores aos obtidos nas

amostras não irradiadas, num total de 60 observações, representando apenas 6,67%.

Tabela 4.110 - Coliformes totais, em NMP/100mL, para as amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e armazenadas em temperatura ambiente (A), geladeira (G) e freezer (F) durante o período de armazenamento

Doses (kGy)	1º dia			8º dia			15º dia			22º dia			29º dia		
	A	G	F	A	G	F	A	G	F	A	G	F	A	G	F
0	900	170	280	23	<2	8	14	11	50	<2	<2	170	<2	<2	8
1	34	170	34	<2	13	8	8	2	50	<2	<2	11	<2	<2	8
2	27	30	2	<2	<2	8	<2	4	13	<2	<2	8	8	<2	8
3	33	11	<2	2	<2	4	17	4	27	<2	<2	27	8	<2	<2

Alves et al. (2010) verificaram ausência de *Salmonella* sp, valores inferiores a 0,3 NMP/g para coliformes a 45°C e crescimento ao longo do período de armazenamento para coliformes a 35°C para amostras de um "*mix*" de hortaliças minimamente processadas, composto por abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa.

Shurong, Meixu e Chuanyao (2006) e Hagenmaier e Baker (1998) verificaram que a irradiação controlou o crescimento de patógenos em cenouras minimamente processadas e irradiadas ao longo do período de armazenamento.

Spagnol (2005) verificou em cenouras minimamente processadas mantidas em diferentes embalagens que a temperatura de armazenamento de 1°C provocou atraso de aproximadamente 3 ciclos logarítmicos na evolução de microrganismos deteriorantes ao longo de 10 dias de armazenamento, se comparadas com as amostras armazenadas em temperatura de 10°C.

Na Tabela 4.111 verifica-se que, para as amostras de vagem, continua a tendência discutida para os demais legumes analisados, ou seja, observa-se que, na maioria dos casos, as amostras irradiadas apresentaram valores iguais ou inferiores aos da testemunha, quando se analisa os resultados para coliformes totais. Para vagem, 11,67% dos resultados apresentam valores das amostras irradiadas superiores aos da testemunha. Para essas exceções, nota-se que aproximadamente 71% (5 observações) são referentes as amostras armazenadas em temperatura ambiente, o que pode ser justificado pela deterioração dos produtos, devido a condições de armazenamento.

Hammad, Elnour e Salah (2006) verificaram que a irradiação foi efetiva para a redução da carga microbiana em cenouras e vagens minimamente processadas e, quanto maior a dose, melhores são os resultados. Para cenoura foram utilizadas doses de até 4 kGy e para vagens até 2 kGy, o que gerou aumento de vida útil dos produtos de 3 e 2 vezes, respectivamente quando comparadas com suas testemunhas.

Tabela 4.111 - Coliformes totais, em NMP/100mL, para as amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e armazenadas em temperatura ambiente (A), geladeira (G) e freezer (F) durante o período de armazenamento

Doses (kGy)	1º dia			8º dia			15º dia			22º dia			29º dia		
	A	G	F	A	G	F	A	G	F	A	G	F	A	G	F
0	4	280	<2	<2	13	2	4	<2	2	<2	<2	33	110	<2	8
1	33	60	<2	<2	<2	<2	9	2	2	<2	11	<2	8	<2	8
2	<2	17	<2	<2	<2	<2	8	2	<2	2	<2	8	8	<2	8
3	8	33	<2	<2	2	2	7	4	8	<2	<2	27	8	<2	8

Para coliformes fecais, não foi necessária a transformação dos resultados em NMP/100mL, pois todos os resultados deram negativo para a presença de coliformes fecais. Isso assegura que os padrões de higiene necessários foram adotados durante todo o processo. Afirma-se, ainda, que os resultados para coliformes fecais atendem as exigências presentes na Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001 (Brasil, 2001a), que dispõe sobre padrões microbiológicos para alimentos, sendo que para a classe de hortaliças, legumes e similares frescas *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas para o consumo humano devem ser inferior a 10^2 NMP/mL.

No geral, nota-se que a irradiação foi efetiva para a redução da carga microbiana nas amostras de batata, cenoura e vagem minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento. Observa-se que quanto maior a dose, menores foram as concentrações de coliformes totais.

Para as diferentes temperaturas de armazenamento não foi observada uma tendência. Porém, os maiores valores para coliformes totais foram encontrados nas amostras mantidas em temperatura ambiente. Isso corrobora que a temperatura de

armazenamento para legumes entre 0°C e 5°C mantem a qualidade e segurança dos alimentos (LAURILA; HURME; AHVENAINEM, 1998; CANTWELL, 2000).

4.3. Análise sensorial

Esse item apresenta os dados referentes aos valores obtidos nas análises sensoriais, ou seja, aroma, aparência e aceitação global para batata, cenoura e vagem processadas, irradiadas e armazenadas sob diferentes temperaturas de armazenamento.

Conforme descrito no Capítulo 2 referente à metodologia, foi realizada análise de variância ao nível de significância de 5%. Após a análise de variância foi aplicado o Teste de Tukey para comparação das médias. As Tabelas de 4.112 a 4.129 trazem os dados referentes às atribuições dos provadores para aroma, aparência e aceitação global das amostras de batata, cenoura e vagem realizadas no 1º e 8º dia de armazenamento, respectivamente. Todas as tabelas listadas apresentam a mesma maneira para a interpretação de dados.

Os dados foram divididos de acordo com o período de armazenamento e para cada um deles as tabelas trazem informações sobre as médias obtidas nas análises mostrando a interferência das diferentes doses de radiação utilizadas (conforme pode ser observado na 5ª coluna das tabelas), a interferência das diferentes temperaturas de armazenamento (dados presentes na última linha das tabelas relacionadas) e a interação entre as diferentes doses de radiação e temperaturas de armazenamento (demais dados das tabelas listadas). Nota-se ainda que as letras maiúsculas distintas traduzem diferença significativa comparando-se os dados das colunas e as letras minúsculas distintas traduzem diferença significativa comparando-se os dados das linhas. Quando não foi verificada a diferença significativa foram colocados somente os valores médios sem as letras, pois as mesmas seriam todas iguais.

As amostras que não foram irradiadas foram denominadas de testemunha ou controle no decorrer da análise e discussão dos resultados.

4.3.1. Batata

A Tabela 4.112 apresenta as médias dos valores obtidos para aroma das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° dia de armazenamento. Verifica-se que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas e que a dose de 3 kGy apresentou diferença estatística em relação a testemunha. Nota-se que as médias das notas atribuídas as amostras irradiadas foram superiores as atribuídas a testemunha, com exceção da dose de 1 kGy.

Tabela 4.112 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$3,400^{Aab}$	$2,760^{Bb}$	$4,160^{Aa}$	$3,140^{B}$
1	$2,120^{Ab}$	$3,040^{Bab}$	$3,920^{Aa}$	$3,027^{B}$
2	$3,240^{Aa}$	$3,960^{Ba}$	$3,880^{Aa}$	$3,693^{AB}$
3	$3,200^{Ab}$	$5,360^{Aab}$	$4,200^{Aa}$	$4,253^{A}$
	$2,990^{b}$	$3,780^{a}$	$4,040^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em relação às diferenças nas temperaturas de armazenamento, observa-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer apresentaram notas superiores e diferiram estatisticamente das acondicionadas em temperatura ambiente.

Na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que para as amostras armazenadas em geladeira a dose de 3 kGy apresentou diferença significativa em relação as demais doses e a testemunha, obtendo média das notas superiores. Verifica-se que para todas as doses de radiação, as amostras mantidas em freezer apresentaram diferença significativa em relação às mantidas em temperatura ambiente.

Nas análises realizadas no 1º dia de armazenamento, pode-se constatar que as maiores notas em relação ao aroma das batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas foram nas amostras irradiadas com 3 kGy.

Para as análises realizadas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas e que as doses de 2 kGy e de 3 kGy apresentaram diferença estatística em relação a testemunha. Nota-se, ainda, que as médias das notas atribuídas às amostras

irradiadas foram superiores as atribuídas à testemunha, em todos os casos (Tabela 4.113).

Tabela 4.113 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$2,560^{Cb}$	$4,080^{Ba}$	$4,880^{Aa}$	$3,840^{B}$
1	$3,200^{BCb}$	$4,160^{Bab}$	$4,600^{Aa}$	$3,987^{B}$
2	$4,240^{ABb}$	$6,720^{Aab}$	$5,520^{Aa}$	$5,493^{A}$
3	$4,880^{Ab}$	$6,640^{Aa}$	$4,960^{Ab}$	$5,493^{A}$
	$3,720^{b}$	$5,400^{a}$	$4,990^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em relação às diferenças nas temperaturas de armazenamento, observa-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente das acondicionadas em temperatura ambiente, apresentando notas superiores.

Na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que para as amostras armazenadas em temperatura ambiente e em geladeira as doses de 2 kGy e 3 kGy foram diferentes estatisticamente em relação as suas respectivas testemunha. Verifica-se, ainda, que para todas as doses de radiação as amostras mantidas em freezer apresentaram diferença significativa em relação às mantidas em temperatura ambiente.

No geral, para aroma das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que as amostras irradiadas apresentaram maior aceitação do que as amostras não irradiadas. A dose de 3 kGy foi a que obteve as maiores médias de notas. A temperatura de armazenamento também influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em temperatura ambiente obtiveram, na maioria dos resultados, as menores médias em relação ao aroma.

A Tabela 4.114 apresenta as médias dos valores obtidos para aparência das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° dia de armazenamento. Verifica-se que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas e que as doses de 2 kGy e 3 kGy apresentaram diferença estatística em relação a testemunha. Nota-se, ainda, que as médias das notas atribuídas as amostras

irradiadas foram superiores as atribuídas a testemunha, com exceção da dose de 1 kGy.

Tabela 4.114 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aparência das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$2,960^{BCa}$	$2,680^{Ba}$	$3,520^{Aa}$	$3,053^{B}$
1	$1,800^{Cb}$	$2,440^{Bab}$	$3,440^{Aa}$	$2,560^{B}$
2	$4,600^{Aa}$	$3,320^{Ba}$	$3,960^{Aa}$	$3,960^{A}$
3	$3,600^{ABb}$	$5,280^{Aab}$	$3,920^{Aab}$	$4,267^{A}$
	3,240	3,430	3,710	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em relação às diferenças nas temperaturas de armazenamento, observa-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, mas observa-se que as médias das notas das amostras mantidas em geladeira e freezer foram superiores que as armazenadas em temperatura ambiente.

Na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que para as amostras armazenadas em geladeira a dose de 3 kGy apresentou diferença significativa em relação as demais doses e a testemunha, obtendo média das notas superiores.

Nas análises realizadas no 1º dia de armazenamento, pode-se constatar que as maiores notas em relação à aparência das batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas foram nas amostras irradiadas com 3 kGy.

Conforme pode ser visualizado na Tabela 4.115, para as análises realizadas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas e que as doses de 1 kGy e 2 kGy apresentaram diferença estatística em relação a testemunha. Nesse caso, a média das notas atribuídas para as doses de 1 kGy foi inferior que a da testemunha.

Tabela 4.115 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aparência das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$4,000^{Bb}$	$4,720^{Bb}$	$6,400^{Aa}$	$5,040^{B}$
1	$4,200^{Bab}$	$3,040^{Cb}$	$5,040^{ABa}$	$4,093^{C}$
2	$4,840^{ABb}$	$7,160^{Aa}$	$6,040^{ABa}$	$6,013^{A}$
3	$5,880^{Aab}$	$7,240^{Aa}$	$4,760^{Bb}$	$5,960^{AB}$
	$4,730^{b}$	$5,540^{a}$	$5,560^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em relação às diferenças nas temperaturas de armazenamento, observa-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente das acondicionadas em temperatura ambiente, apresentando notas superiores.

Na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que para as amostras armazenadas em temperatura ambiente e em geladeira as doses de 2 kGy e 3 kGy foram diferentes estatisticamente em relação as suas respectivas testemunha, apresentando média das notas atribuídas pelos provadores superiores que as mesmas.

No geral, para o parâmetro aparência das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que as amostras irradiadas com doses de 2 kGy e 3 kGy apresentaram maior aceitação do que as amostras não irradiadas. Em todas as situações, a dose de 3 kGy foi a que obteve as maiores médias. A temperatura de armazenamento também influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em temperatura ambiente obtiveram, na maioria dos resultados, as menores médias para aparência.

A Tabela 4.116 apresenta as médias dos valores obtidos para aceitação global das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° dia de armazenamento. Verifica-se que não houve diferença significativa em relação às diferentes temperaturas de armazenamento e na interação entre temperaturas e doses de radiação.

Apesar de não haver diferença significativa entre as diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que as amostras acondicionadas em geladeira e freezer apresentaram maior aceitação em relação às mantidas em temperatura ambiente.

Tabela 4.116 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aceitação global das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	3,320	2,600	3,480	$3,133^{BC}$
1	4,800	2,560	3,240	$2,533^{C}$
2	3,920	3,800	3,880	$3,867^{AB}$
3	3,320	5,080	3,920	$4,107^{A}$
	3,090	3,510	3,630	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em relação às diferenças doses de radiação, observa-se que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos e que as doses de 2 kGy e 3 kGy diferiram estatisticamente da testemunha. Nota-se que as médias das notas atribuídas para as amostras irradiadas foram superiores as atribuídas a testemunha, com exceção da dose de 1 kGy.

Nas análises realizadas no 1º dia de armazenamento, pode-se constatar que as maiores notas em relação a aceitação global das batatas minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas foram para as amostras irradiadas com 3 kGy.

Conforme pode ser visualizado na Tabela 4.117, para as análises realizadas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas e que as doses de 2 kGy e 3 kGy apresentaram diferença estatística em relação a testemunha. Nota-se que as médias das notas atribuídas para as amostras irradiadas foram superiores as atribuídas a testemunha, com exceção para a dose de 1 kGy.

Tabela 4.117 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aceitação global das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	$2,800^{Bb}$	$4,720^{Ba}$	$5,440^{Aa}$	$4,320^{B}$
1	$3,120^{Bb}$	$4,160^{Bab}$	$4,560^{Aa}$	$3,945^{B}$
2	$4,800^{Ab}$	$7,320^{Aa}$	$5,800^{Ab}$	$5,973^{A}$
3	$5,680^{Ab}$	$7,080^{Aa}$	$4,560^{Ab}$	$5,773^{A}$
	$4,100^{c}$	$5,820^{a}$	$5,090^{b}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em relação às diferenças nas temperaturas de armazenamento, observa-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente das acondicionadas em temperatura ambiente, apresentando notas superiores.

Na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento, nota-se que para as amostras armazenadas em temperatura ambiente e em geladeira as doses de 2 kGy e 3 kGy foram diferentes estatisticamente em relação as suas respectivas testemunhas, apresentando média das notas atribuídas pelos provadores superiores que as mesmas.

No geral, para o parâmetro aceitação global das amostras de batatas minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que as amostras irradiadas com doses de 2 kGy e 3 kGy apresentaram maior aceitação do que as amostras não irradiadas. A temperatura de armazenamento também influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em temperatura ambiente (25°C±1°C) obtiveram, na maioria dos resultados, as menores médias.

4.3.2. Cenoura

A Tabela 4.118 apresenta as médias dos valores obtidos para aroma das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° dia de armazenamento. Verifica-se que houve diferença significativa somente para as diferentes temperaturas de armazenamento e, observa-se que as amostras mantidas em temperatura ambiente e geladeira foram diferentes estatisticamente das acondicionadas em freezer. Nota-se que as médias das notas atribuídas para as amostras mantidas no freezer foram superiores.

Tabela 4.118 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	3,880	3,560	5,600	4,347
1	3,880	4,160	5,875	4,638
2	4,480	4,120	5,680	4,760
3	4,040	3,920	5,720	4,553
	$4,070^{b}$	$3,940^{b}$	$5,719^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Apesar de não haver diferença estatística entre as doses de radiação utilizadas, verifica-se que as amostras irradiadas tiveram notas superiores que as amostras não irradiadas, em todos os casos.

Para as análises realizadas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que houve diferença significativa para as diferentes doses de radiação utilizadas e que as doses de 1 kGy e 2 kGy apresentaram diferença estatística em relação a testemunha. Nota-se, ainda, que as médias das notas atribuídas às amostras irradiadas foram superiores as atribuídas à testemunha em todos os casos (Tabela 4.119).

Tabela 4.119 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	3,200	4,000	5,800	$4,333^{B}$
1	4,200	5,480	6,240	$5,307^{A}$
2	4,200	6,280	5,920	$5,467^{A}$
3	3,160	5,960	6,320	$5,147^{AB}$
	$3,690^{b}$	$5,430^{a}$	$6,070^{a}$	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Em relação às diferenças nas temperaturas de armazenamento, observa-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente das acondicionadas em temperatura ambiente, apresentando notas superiores que as mesmas.

Verifica-se que não houve diferença significativa na interação entre doses de radiação e temperaturas de armazenamento.

No geral, para aroma das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que as amostras irradiadas apresentaram maior aceitação do que as amostras não irradiadas. A temperatura de armazenamento também influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em freezer obtiveram, em todas as situações, as maiores médias em relação ao aroma.

A Tabela 4.120 e a Tabela 4.121 trazem as médias dos valores obtidos para aparência das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° e 8° dia de armazenamento, respectivamente.

Tabela 4.120 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aparência das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	5,760	5,640	4,720	5,373
1	4,640	5,640	5,708	5,329
2	5,720	5,560	5,360	5,547
3	4,680	5,280	5,680	5,213
	5,200[b]	5,530[a]	5,367[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Verifica-se que, em ambos os casos, houve diferença significativa somente para as diferentes temperaturas de armazenamento. Observa-se, ainda, que as médias das notas das amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente das amostras armazenadas em temperatura ambiente, apresentando médias superiores que as mesmas.

Tabela 4.121 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aparência das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	6,080	6,960	7,080	6,707
1	6,360	7,000	7,280	6,880
2	6,600	7,160	7,360	7,040
3	6,200	7,200	6,920	6,773
	6,310[b]	7,080[a]	7,160[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, para o parâmetro aparência das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que a temperatura de armazenamento influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em temperatura ambiente obtiveram, na maioria dos resultados, as menores médias. Barry-Ryan e O'Beirne (2000) analisaram aroma e aparência em cenouras minimamente processadas sob diferentes temperaturas de armazenamento e embalagens e verificaram que a temperatura de armazenamento interfere na aceitação dos produtos. Esses autores observaram que as amostras armazenadas em temperaturas mais baixas (3°C) apresentaram melhor aceitação e queda na qualidade mais devagar se comparadas com as amostras mantidas sob 8°C. Os mesmo autores associaram esse fator a taxa de respiração e o crescimento microbiano acontecerem mais rapidamente em temperaturas mais elevadas.

Apesar se não ter sido constatada diferença significativa para as doses de radiação, nota-se as amostras irradiadas com dose de 2 kGy foram as que apresentaram, em todas as situações, maiores notas para aparência.

A Tabela 4.122 e a Tabela 4.123 apresentam as médias dos valores obtidos para aceitação global das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° e 8° dia de armazenamento, respectivamente.

Tabela 4.122 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aceitação global das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses (kGy)	**Temperaturas**			
	Ambiente	**Geladeira**	**Freezer**	
0	4,520	4,600	5,160	4,760
1	4,360	4,760	5,833	4,984
2	5,040	4,840	5,583	5,154
3	4,440	3,960	5,520	4,640
	4,590[b]	4,540[b]	5,524[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Verifica-se que, em ambos os casos, houve diferença significativa somente para as diferentes temperaturas de armazenamento. Comparando-se as médias das notas referentes às amostras realizadas no 1º dia de armazenamento observa-se que houve diferença estatística entre as amostras mantidas em freezer, se comparadas com as armazenadas em temperatura ambiente e geladeira. Já para as

notas atribuídas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente da testemunha.

Tabela 4.123 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aceitação global das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	3,840	5,160	6,720	5,240
1	4,320	6,200	6,680	5,733
2	4,600	6,920	6,560	6,027
3	4,120	6,480	7,200	5,933
	4,220[b]	6,190[a]	6,790[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, para o parâmetro aceitação global das amostras de cenouras minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que a temperatura de armazenamento influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em temperatura ambiente obtiveram, na maioria dos resultados, as menores médias. Apesar se não ter sido constatada diferença significativa para as doses de radiação, nota-se as amostras irradiadas com dose de 2 kGy foram as que apresentaram, em todas as situações, maiores notas para aceitação global.

4.3.3. Vagem

A Tabela 4.124 e a Tabela 4.125 apresentam as médias dos valores obtidos para aroma das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° e 8° dia de armazenamento, respectivamente.

Tabela 4.124 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	4,680	4,800	5,600	5,027
1	4,920	4,560	5,480	4,987
2	4,680	4,600	6,200	5,160
3	5,000	5,208	5,640	5,282
	4,820[b]	4,792[b]	5,730[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Verifica-se que, em ambos os casos, houve diferença significativa somente para as diferentes temperaturas de armazenamento. Comparando-se as médias das notas referentes às amostras realizadas no 1º dia de armazenamento observa-se que houve diferença estatística entre as amostras mantidas em freezer, se comparadas com as armazenadas em temperatura ambiente e geladeira. Já para as notas atribuídas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente da testemunha. Para todas as situações analisadas, as notas atribuídas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de vagens, as mantidas em freezer apresentaram maior aceitação.

Apesar de não haver diferença estatística entre as doses de radiação utilizadas, verifica-se que as amostras irradiadas tiveram notas superiores que as amostras não irradiadas em quase a totalidade dos resultados.

Tabela 4.125 - Média das notas dadas pelos provadores em relação ao aroma das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	5,400	5,920	6,040	5,787
1	5,640	6,400	6,320	6,120
2	5,000	6,320	6,320	5,880
3	5,840	6,280	6,400	6,173
	5,470[b]	6,230[a]	6,270[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

A Tabela 4.126 e a Tabela 4.127 trazem as médias dos valores obtidos para aparência das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° e 8° dia de armazenamento, respectivamente.

Tabela 4.126 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aparência das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	2,920	3,600	5,560	4,027
1	3,960	4,280	5,480	4,573
2	3,320	4,200	5,480	4,333
3	3,600	4,130	4,720	4,140
	3,450[b]	4,053[b]	5,310[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Verifica-se que, em ambos os casos, houve diferença significativa somente para as diferentes temperaturas de armazenamento. Comparando-se as médias das notas referentes às amostras realizadas no 1º dia de armazenamento observa-se que houve diferença estatística entre as amostras mantidas em freezer, se comparadas com as armazenadas em temperatura ambiente e geladeira. Já para as notas atribuídas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente da testemunha. Para todas as situações, as notas atribuídas pelos provadores em relação à aparência das amostras de vagens, as mantidas em geladeira e freezer apresentaram maior aceitação se comparadas com as acondicionadas em temperatura ambiente.

Apesar de não haver diferença estatística entre as doses de radiação utilizadas, verifica-se que as amostras irradiadas tiveram notas superiores que as amostras não irradiadas em quase a totalidade dos resultados. A amostras irradiadas com dose de 3 kGy foram as que apresentaram maior aceitação.

Tabela 4.127 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aparência das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	4,960	6,000	6,280	5,747
1	4,360	6,400	6,720	5,827
2	4,840	6,520	6,400	5,920
3	5,480	6,960	7,200	6,547
	4,910[b]	6,470[a]	6,665[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, para o parâmetro aparência das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas de

armazenamento, nota-se que a temperatura de armazenamento influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em temperatura ambiente obtiveram, na maioria dos resultados, as menores médias. Esses valores corroboram os resultados obtidos por Mekwatanakam (1998) que avaliaram a influência de diferentes temperaturas e embalagens em amostras de vagens. Foi observado que, após 21 dias de armazenamento, as amostras de vagens mantidas a 5°C apresentaram diferença significativa (ao nível de 5%) quando comparadas com as armazenadas a 10°C para a maioria dos tratamentos, apresentando melhor aceitação em relação a aroma e aparência.

A Tabela 4.128 e a Tabela 4.129 trazem as médias dos valores obtidos para aceitação global das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas em diferentes temperaturas no 1° e 8° dia de armazenamento, respectivamente.

Tabela 4.128 - Média das notas dadas pelos provadores em relação à aceitação global das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 1°dia de armazenamento

Doses	**Temperaturas**			
(kGy)	**Ambiente**	**Geladeira**	**Freezer**	
0	3,920	4,240	5,800	4,653
	4,720	4,280	5,280	4,760
2	3,760	4,400	6,080	4,747
3	4,000	4,429	4,960	4,463
	4,100[b]	4,337[b]	5,530[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Verifica-se que, em ambos os casos, houve diferença significativa somente para as diferentes temperaturas de armazenamento. Comparando-se as médias das notas referentes às amostras realizadas no 1º dia de armazenamento, observa-se que houve diferença estatística entre as amostras mantidas em freezer, se comparadas com as armazenadas em temperatura ambiente e geladeira. Já para as notas atribuídas no 8° dia de armazenamento, verifica-se que as amostras mantidas em geladeira e freezer diferiram estatisticamente da testemunha. Em relação as diferentes doses de radiação, observa-se que as amostras irradiadas com dose de 3 kGy foram as que apresentaram maior aceitação.

Tabela 4.129 - Média das notas dadas pelos provadores em relação a aceitação global das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas no 8°dia de armazenamento

Doses (kGy)	Temperaturas			
	Ambiente	Geladeira	Freezer	
0	4,920	5,792	6,120	5,611
1	4,040	6,440	7,080	5,853
2	4,400	6,240	6,320	5,653
3	5,640	6,400	6,880	6,307
	4,750[b]	6,218[a]	6,600[a]	

Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas distintas nas linhas diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

No geral, para o parâmetro aceitação global das amostras de vagens minimamente processadas, pré-cozidas, irradiadas e mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento, nota-se que a temperatura de armazenamento influenciou na aceitação dos produtos, onde se verificou que as amostras mantidas em temperatura ambiente obtiveram, na maioria dos resultados, as menores médias.

4.4. Aceitabilidade de mercado para alimentos irradiados

O perfil dos consumidores em relação aos alimentos irradiados foi analisado a partir da aplicação de um questionário semi-estruturado, com nove perguntas, para uma amostra de 400 indivíduos, que foram entrevistados em frente a seis supermercados na cidade de Piracicaba/SP, conforme descrito no Capítulo 2, referente aos procedimentos metodológicos desse trabalho de tese. O Apêndice A apresenta o questionário aplicado na íntegra.

As questões de 1 a 5 referem-se à caracterização socioeconômica e suas análises descritivas estão descrita na Tabela 4.130.

Tabela 4.130 - Caracterização socioeconômica dos elementos amostrados

Variáveis	**Possibilidades de respostas**	**%**
Gênero	Feminino	60
	Masculino	40
Estado civil	Solteiro	35,88
	Casado	51,40
	Divorciado	7,12
	Viúvo	3,56
	Outro	2,04
Nível de escolaridade	Não estudou	0,51
	Ensino fundamental incompleto	8,35
	Ensino fundamental completo	4,81
	Ensino médio incompleto	10,63
	Ensino médio completo	35,44
	Ensino superior incompleto	14,94
	Ensino superior completo	17,47
	Pós-graduação incompleta	3,80
	Pós-graduação completa	4,05
Renda Familiar	Até 2 salários mínimos	21,99
	Entre 2 e 4 salários mínimos	28,90
	Entre 4 e 10 salários mínimos	38,87
	Entre 10 e 20 salários mínimos	7,42
	Mais de 20 salários mínimos	2,81

Verifica-se que, entre os entrevistados, a maioria é representada por mulheres (60%), conforme Gráfico 4.1.

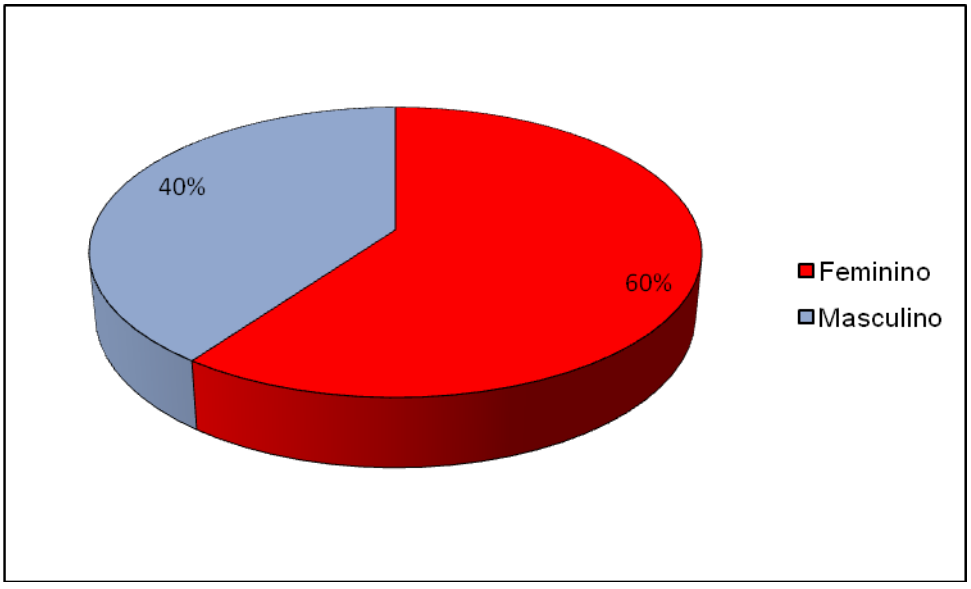

Gráfico 4.1 – Percentual de respostas segundo o gênero

Nota-se que a idade média das pessoas entrevistadas é de 36 anos, tendo uma variabilidade das idades entre os indivíduos de 13,5 anos, conforme o Gráfico 4.2.

Pode-se observar esta variabilidade, sendo que as idades começam a se distanciar uma das outras acima de sessenta anos.

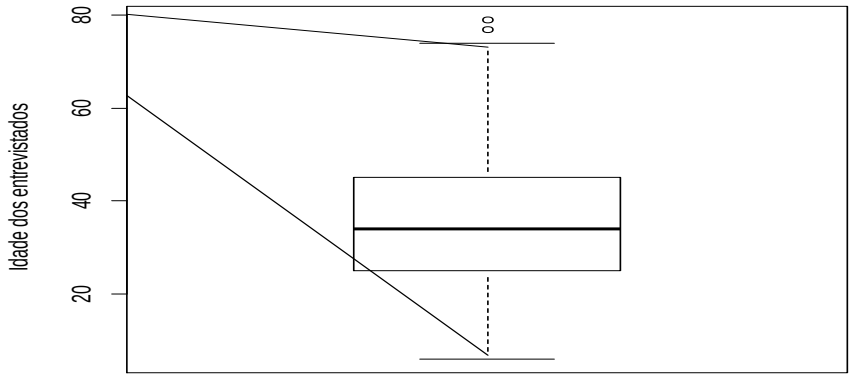

Gráfico 4.2 - Idade das pessoas que participaram da pesquisa

Em relação ao estado civil dos entrevistados, pode-se notar que a maioria é casado, sendo estes responsáveis por mais da metade da amostra, conforme pode ser observado no Gráfico 4.3.

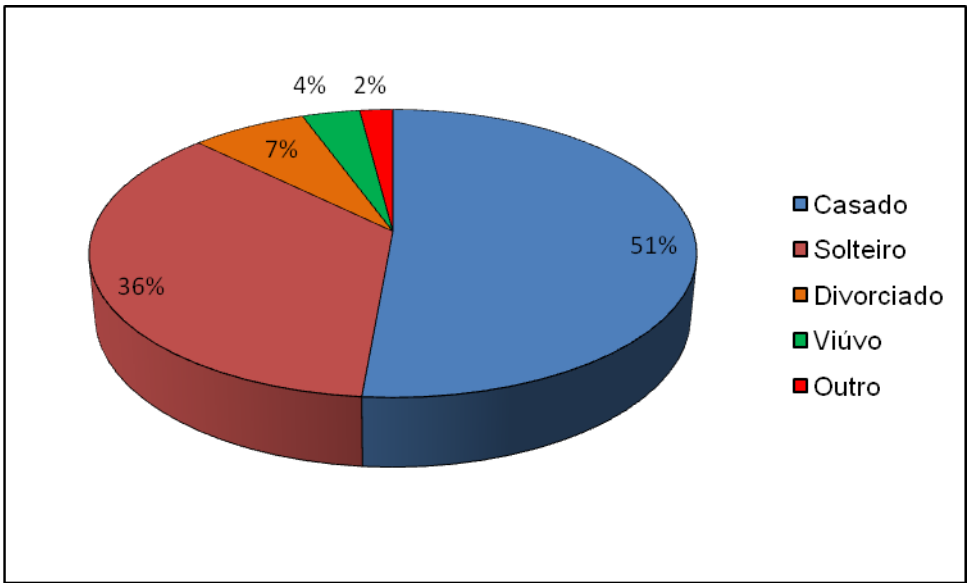

Gráfico 4.3 – Percentual de respostas de acordo com o estado civil

Quando se avalia o nível de escolaridade, observa-se que a maioria dos entrevistados tem o ensino médio completo, conforme Gráfico 4.4.

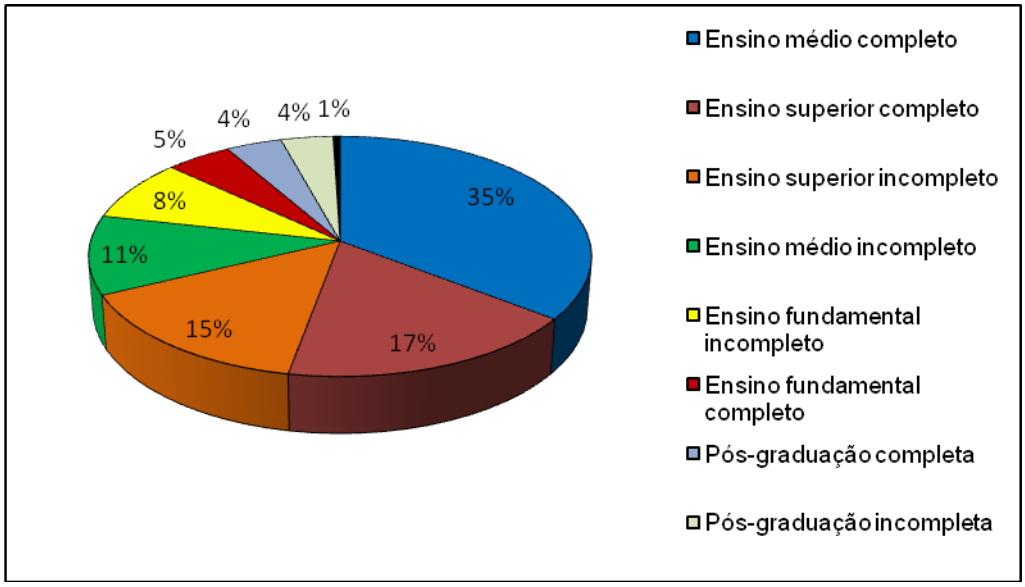

Gráfico 4.4 – Percentual de respostas segundo o nível de escolaridade

Na questão referente à renda familiar pode-se verificar que a maioria dos entrevistados tem renda familiar entre 4 e 10 salários mínimos (s.m.), conforme Gráfico 4.5.

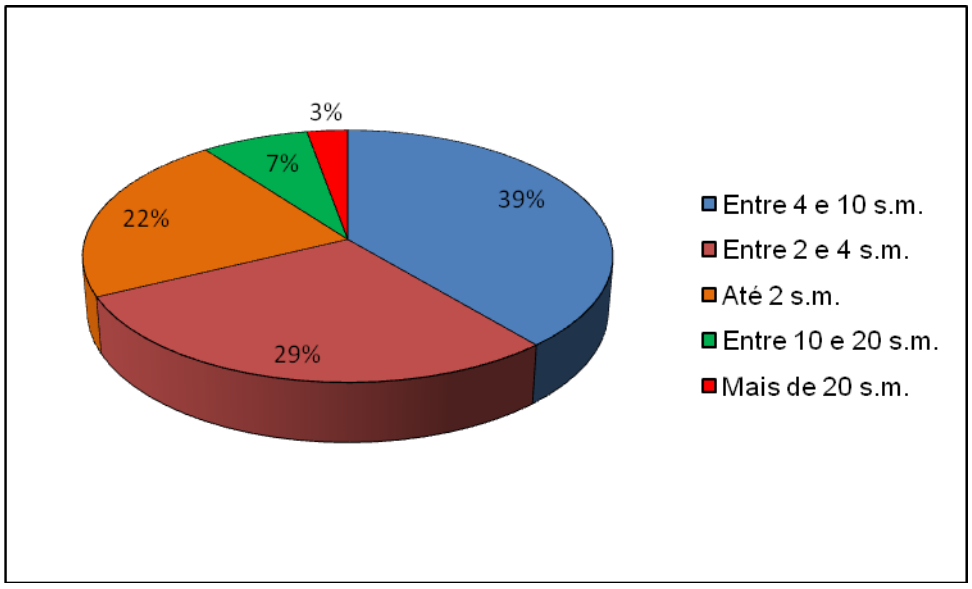

Gráfico 4.5 – Percentual de respostas de acordo com a renda familiar

Observa-se, pela caracterização socioeconômica, que a amostra foi composta, em sua maioria, por mulheres, com idade média de 36 anos, casadas, ensino médio completo e faixa salarial entre 4 a 10 salários mínimos.

As demais questões (de 6 a 9) são relacionadas ao conhecimento do consumidor em relação aos alimentos irradiados. Os resultados são apresentados na Tabela 4.131.

Tabela 4.131 - Informações referentes a alimentos irradiados dos indivíduos que participaram da pesquisa

Questões	Possibilidades de respostas	%
Quando ouve falar em Energia Nuclear, qual a sua impressão?	Boa	19,34
	Ruim	63,87
	Outra	16,79
Você sabe o que são alimentos irradiados?	Sim	40,76
	Não	59,24
Dos que responderam sim na questão anterior, a definição apresentada estava:	Correta	39,13
	Errada	53,42
	Não respondeu	7,45
Você consumiria alimentos irradiados?	Sim	22,08
	Não	77,92

A pergunta sobre a impressão do entrevistado em relação à energia nuclear mostrou que aproximadamente 64% da amostra apresentou uma impressão ruim do assunto, conforme pode ser visualizado no Gráfico 4.6. Esses dados corroboram os encontrados em outras pesquisas, tais como, Pereira, Filho e Neves (2009), Modanez (2012) e Cattaruzzi (2012) que verificaram que 66% dos entrevistados apresentam impressão negativa quando questionados sobre o assunto energia nuclear.

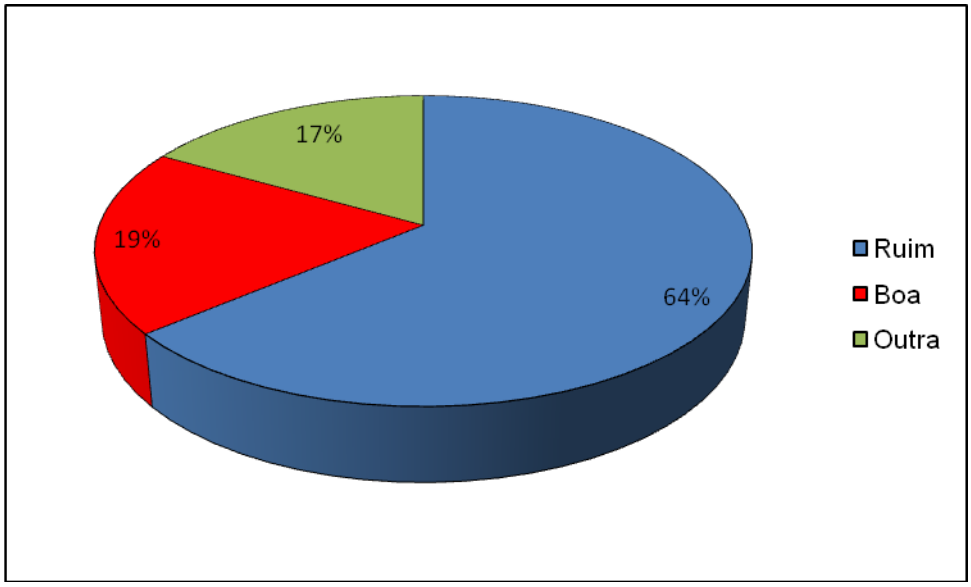

Gráfico 4.6 – Percentual de respostas segunda a impressão relacionada à energia nuclear

Quando questionados sobre o que são alimentos irradiados, 59,2% dos entrevistados responderam que não sabiam, conforme Gráfico 4.7. Esses dados estão de acordo com Flynn (2012), que obteve em sua pesquisa que 57% das pessoas entrevistadas nunca tinham ouvido falar em alimentos irradiados.

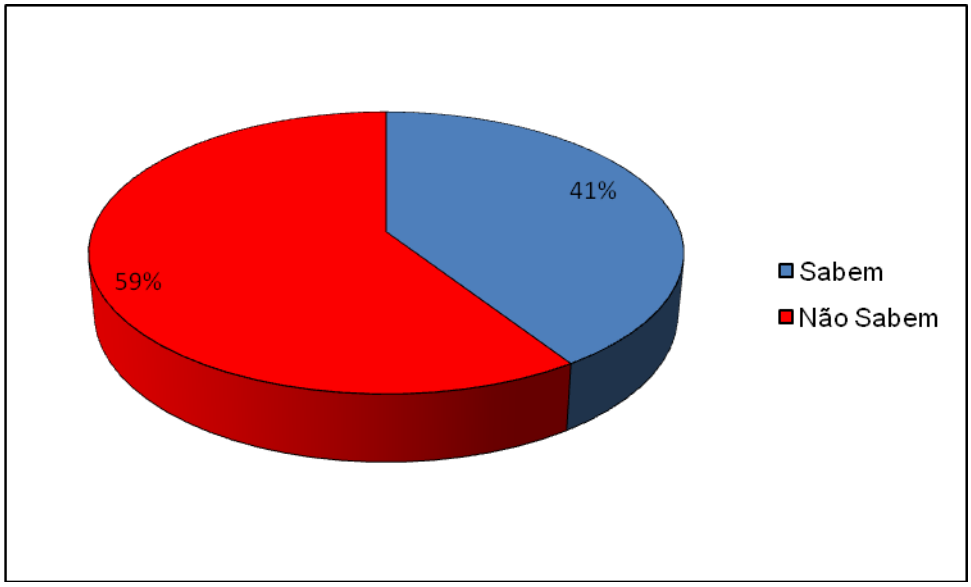

Gráfico 4.7 – Percentual dos entrevistados que responderam que sabem e que não sabem a definição de alimentos irradiados

Das pessoas que responderam que sabiam a definição de alimentos irradiados somente 39,13% responderam corretamente, conforme pode ser observado no Gráfico 4.8. Isso mostra que as pessoas acham que sabem o que significa o processo de irradiação de alimentos, mas definem de forma errônea. As principais respostas erradas relacionam a irradiação de alimentos como um processo que torna o alimento radioativo, que pode causar câncer, que torna o alimento impróprio para o consumo e contaminados. Outros estudos comprovam que algumas pessoas confundem o termo irradiação com radioatividade, ou seja, acham que o alimento irradiado torna-se radioativo, interferindo assim na aceitabilidade desses produtos (RESURRECION et al., 1995; SILVA et al., 2010; MODANEZ, 2012).

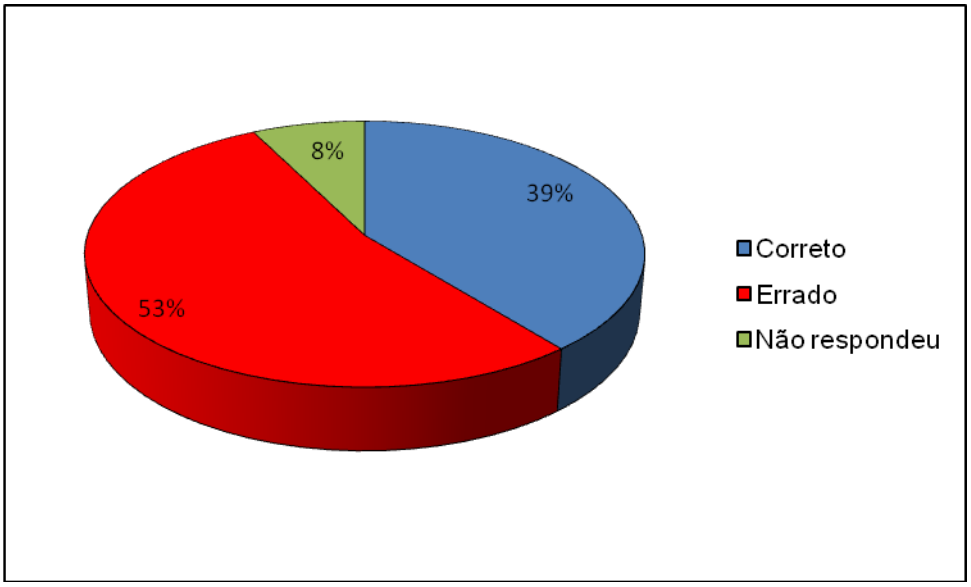

Gráfico 4.8 – Percentual de respostas corretas, erradas e que não responderam em relação à definição de alimentos irradiados

Em relação a pergunta “você consumiria alimentos irradiados?”, a maioria dos entrevistados (aproximadamente 78%) afirmaram que não consumiriam, conforme ilustrado no Gráfico 4.9. Modanez (2012) e Cattaruzzi (2012) também verificaram que a maioria das pessoas entrevistadas (69%) não consumiria alimentos irradiados quando perguntados inicialmente, ou seja, antes de qualquer explicação sobre o assunto.

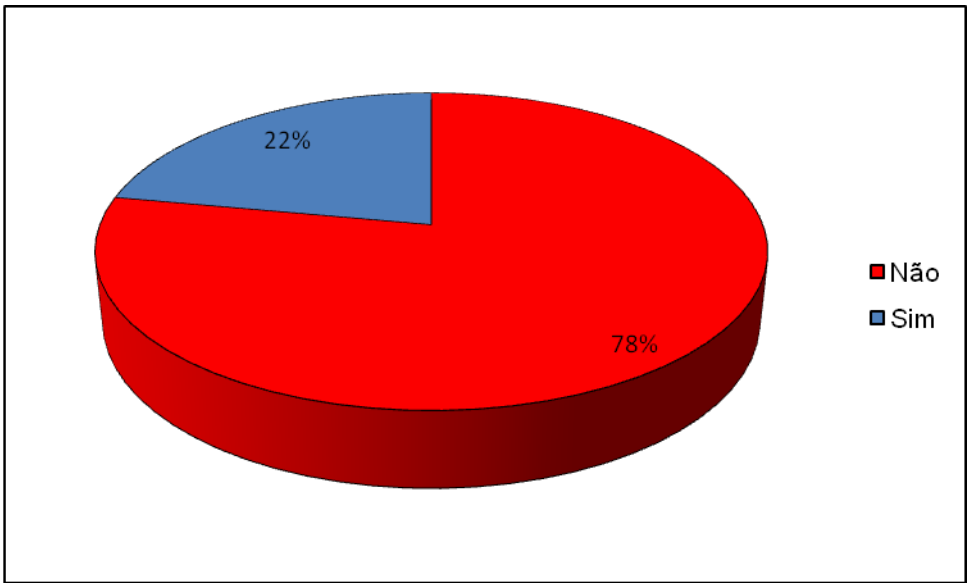

Gráfico 4.9 – Percentual de respostas referente à pergunta: “você consumiria alimentos irradiados?”

As principais justificativas para o não consumo de alimentos irradiados foram: falta de conhecimento em relação ao assunto e por acharem que alimentos

irradiados são prejudiciais à saúde. Vários estudos citados anteriormente verificaram que após as informações sobre as vantagens da técnica de irradiação o nível de aceitabilidade por parte do consumidor aumenta, reforçando que a falta de informação é um dos principais problemas.

Fox (2002) estudou a influência na compra de produtos irradiados e constatou que o principal fator que interfere na compra de produtos irradiados é a informação sobre a técnica de irradiação. Ornellas et al. (2006) verificaram que a falta de informação é um fator limitante, sendo que após receberem informações de que a irradiação aumenta a segurança alimentar 89% da amostra afirmou que consumiriam alimentos irradiados. Modanez (2012) verificou que após esclarecimentos sobre a técnica de irradiação de alimentos 81% da amostra consumiria alimentos irradiados.

5. CONCLUSÕES

O parâmetro pH foi o mais afetado pelo tratamento com doses de radiação. Houve redução dos valores de pH nos tratamentos com irradiação, quando comparados com as testemunhas para as amostras de batata, cenoura e vagem minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas.

Os parâmetros acidez total titulável, cor (croma), carotenoides totais e firmeza foram influenciados pelas diferentes temperaturas de armazenamento, onde as amostras acondicionadas em geladeira (5°C±1ºC), em sua maioria, foram as mais eficientes na manutenção desses parâmetros.

Portanto, em relação aos parâmetros físico-químicos, concluiu-se que, no geral, os tratamentos com irradiação não causaram diferenças significativas para os parâmetros analisados. As temperaturas de armazenamento mais baixas (geladeira com 5ºC±1ºC e freezer -18ºC±1ºC) foram mais eficientes para a manutenção das características dos produtos ao longo do período de armazenamento.

Para as análises microbiológicas, o emprego da irradiação foi eficiente. As amostras irradiadas apresentaram redução da carga microbiana, com valores iguais ou inferiores aos encontrados nas amostras não irradiadas para batata, cenoura e vagem minimamente processadas, pré-cozidas e irradiadas submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento.

Em relação às características sensoriais as amostras irradiadas, para todos os legumes analisados, apresentaram melhores notas para aroma, aparência e aceitação global. As amostras acondicionadas em temperatura ambiente tiveram as menores médias para os mesmos parâmetros de análise.

Portanto, o tratamento com irradiação e o armazenamento em temperaturas mais baixas (5ºC±1ºC e -18ºC±1ºC) mostraram-se eficientes para a aceitação desses produtos.

Com relação a aceitabilidade de mercado de produtos irradiados para o mercado consumidor da cidade de Piracicaba/SP, 78% do total entrevistado responderam que não consumiriam alimentos irradiados. As principais razões para não consumir alimentos irradiados foram devido à falta de conhecimento e ao receio desses alimentos serem prejudiciais à saúde.

Portanto, conclui-se que a divulgação de estudos na área de irradiação de alimentos deve ser difundida entre os consumidores, ressaltando as vantagens e

desvantagens desse método de conservação de alimentos. Essa divulgação pode gerar aumento no consumo de alimentos irradiados que, conforme esse trabalho de tese pode concluir, mostraram eficiência no controle microbiano e melhor aceitação das características sensoriais observadas para os diferentes legumes analisados.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.A.; VILAS BOAS, E.V.B.; VILAS BOAS, V.M.; SOUZA, E.C. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 625-634, 2010.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES E DISTRIBUIDORES DE HORTI-FRUTI DO ESTADO DE SÃO PAULO - APHORTESP. **Cenoura**. Mogi das Cruzes, 2009. Disponível em: http://www.aphortesp.com.br/cenoura.html. Acesso em: 21 jun. 2014.

BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O.; BAKER, R.A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. **Hortscience**, St. Joseph, v. 30, n. 1, p. 35-38, 1995.

BANDEKAR, J.R.; DHOKANE, V.S.; SHASHIDHAR, R.; HAJARE, S.; SAROJ, S.; SHARMA, A. Use of irradiation to ensure quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed foods of plant origin. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Use of irradiation to ensure the hygienic quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed food of plant origin**. Vienna, 2006.

BARRY-RYAN, C.; O'BEIRNE, D. Quality of shredded carrots as affect by packaging film and storage temperature. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, p. 726-730, 2000.

BASBAYRAKTAR, V.; HALKMAN, H.; YUCEL, P.; CETİNKAYA, N. Use of irradiation to improve the safety and quality of minimally processed fruits and vegetables. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Use of irradiation to ensure the hygienic quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed food of plant origin**. Vienna, 2006.

BELLINTANI, S.A.; GILI, F.N. **Noções básicas de proteção radiológica.** São Paulo: IPEN, 2002. 53 p.

BENNIK, M.H.J.; PEPPELENBOS, H.W.; NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F.; SMID, E.J.; GORRIS, L.G.M. Microbiology of minimally processed, modified-atmosphere package chicory endive. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 209-221, 1996.

BEZERRA, V.S.; PEREORA, R.G.F.A.; CARVALHO, V.D. de; VILELA, E.R. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-575, 2002.

BIBI, N.; KHATTAK, M.K.; BADSHAH, A.; CHAUDRY, M.A. Radiation treatment of minimally processed fruits and vegetables for ensuring hygienic quality. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Use of irradiation to ensure the hygienic quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed food of plant origin**. Vienna, 2006.

BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences cielab coordinates of peach color. **Hortscience**, St. Joseph, v. 28, n. 10, p. 992-993, 1997.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W.O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Editora Blucher, 2005.

BRACKETT, R.E. Shelf stability and safety of fresh cut produce as a influenced by sanitation. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 55, p. 808-814, 1992.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC Nº 12 de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. 2001a. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso em: 10 jun. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária 2001b. Resolução - RDC Nº 21 DE 26 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para irradiação de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 20-E, 29 jan. 2001. Seção 1, p. 35.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-geral da política de alimentação e nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira**: promovendo a alimentação saudável. Brasília, DF, 2005. 236 p.

BRUNO, L.M.; QUEIROZ, A.M.M.; ANDRADE, A.P.C.; VASCONCELOS, N.M., BORGES, M.F. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza (CE). **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 23, p. 75-84, 2005.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh-cut produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000. p. 156-187.

CARNELOSSI, M.A.G.; SILVA, E.O.; CAMPOS, R.S.; PUSCHMANN, R. Respostas fisiológicas de folhas de couve minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 215-220, 2005.

CATTARUZZI, E.B. **Análise sobre a predisposição do consumidor em arcar com o custo do alimento processado por radiação ionizante**. 2012. 109 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, 2012.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.

CHITARRA, M.I.F. **Alimentos minimamente processados.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COELHO, A.H.R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-39, 1994.

COUTO, R.R., SANTIAGO, A.J. Radioatividade e irradiação de alimentos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 12, n. 2, p. 193-215, 2010.

CRAWFORD, L.M.; RUFF, E.H. A review of the safety of cold pasteurization through irradiation. **Food Control**, Guildford, v. 7, n. 2, p. 87-97,1996.

DIAS, P.D.B. **Efeito da utilização de película e de diferentes formas de acondicionamento na conservação pós-colheita e fritura de batatas minimamente processadas**. 2011. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE RADIAÇÕES – EMBRARAD. Cotia, 2009. Disponível em: http://www.embrarad.com.br/alimentos-hipertexto.asp. Acesso em: 28 abr. 2009.

ENDO, E.; SORES, N.F.F.; SANTOS, D.A.A.; BORGES, S.V.; FONTES, E.A.F.; GONÇALVES, M.P.J.C. Uso de filmes ativos na conservação de batata minimamente processada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 349-360, 2008.

ESTEVEZ, M.; CAVA, R. Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pate. **Meat Science,** Barking, v. 68, p. 551-558, 2004.

EUSTICE, R.F.; BRUHN, C.M. Consumer acceptance and marketing of irradiated foods. In: FAN, X.; SOMMERS, C.H. (ED.). **Food irradiation research and technology**. 2. ed. London: Blackwell Publishing, 2013. p. 173-195.

FABBRI, A.D.T. **Estudo da radiação ionizante em tomates *in natura* (*Lycopersicum Esculentum* Mill) e no teor de licopeno do molho.** 2009. 85 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, 2009.

FAO. The potato. **International Year of The Potato**, Rome, 2008. Disponível em: http://www.fao.org/potato-2008/en/potato/index.html. Acesso em: 10 out. 2009.

FÁVARO, S.P.; IDA, E.L. Textura de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) processado ou não: efeito da aplicação de concentrações crescentes de cálcio via absorção radicular. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 188-192, 1998.

FERNANDES, A.M.; SORATTO, R.P.; EVANGELISTA, R.M.; NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 299-304, 2010.

FERREIRA, V.L.P. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000.

FLYNN, D. Canadians support food irradiation once they know about it. **Food Safety News**, n. 4, April, 24, 2012.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual 2008**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2008. 502 p.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Agrianual 2014**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2014. 463 p.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. Batata: alternativa nutricional em termos de alimentos caros. **Agrianual 2009**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2009. p. 201-207.

FONSECA, R.R. **Determinação das características físico-químicas e de qualidade de batatas minimamente processadas submetidas a tratamentos com ácido cítrico e metabissulfito de sódio**. 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

FOX, J.A. Influences on purchase of irradiated foods. **Food Technology**, Chicago, v. 56, n. 11, 2002.

GALLUP ORGANIZATION. ABT Associates. Center of Food Safety and Quality Enhancement. University of Georgia. **Consumer awareness, knowledge and acceptance of food irradiation**. Arlington, Virginia: American Meat Institute Foundation, 1993.

GARG, N.; CHUREY, J.J.; SPLITTSTOESSER, D.F. Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 53, p. 701-703, 1990.

GIANNONI, J.A. **Irradiação gama e armazenamento do mamão "formosa" minimamente processado.** 2004. 96 p. Tese (Doutorado) – Faculdade d eCiências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2004.

GROCERY MANUFACTURES ASSOCIATION - GMA. **Food irradiation**: a guide for consumers, policymakers and the media. Washington, DC, 2009. Disponível em: http://www.gmaonline.org/downloads/research-and-reports/SPP_Irradiation5.pdf. Acesso em: 05 fev. 2014.

GUNES, G.; TEKIN, M.D. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: results of a survey conducted on Turkish consumers. **Swiss Society of Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 443-447, 2006.

HAGENMAIER, R.D.; BAKER, R.A. Microbial population of shredded carrot in modified atmosphere packaging as related to irradiation treatment. **Journal of Food Science,** Chicago, v. 63, n. 1, p. 162-164, 1998.

HAMMAD, A.A.; ABO ELNOUR, S.A.; SALAH, A. Use of irradiation to ensure higyenic quality of minimally processed vegetables and fruits. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Use of irradiation to ensure the hygienic quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed food of plant origin**. Vienna, 2006. p. 106-129.

HE, S.; FLETHER, S.; RIMAL, R. Factors affecting consumer negative perceptions about beef irradiation. In: SOUTHERN AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 2004, Tulsa, Oklahoma. Disponível em: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/34672/1/sp04he02.pdf.

HERNANDES, N.K.; VITAL, H.C.; SABAA-SRUR, A.U.O. Irradiação de alimentos: vantagens e limitações. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 154-159, 2003.

HWANG, Y. J.; ROE, B.; TEISL, M. F. An empirical analysis of United States consumers' concerns about eigth food production and processing technologies. **AgBioForum**, Columbia, v. 8, n. 1, p. 40-49, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. São Paulo, 2014. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em: 10 maio 2014.

INTERNATIONAL CONSULTATIVE GROUP ON FOOD IRRADIATION - ICGFI. **Facts about food irradiation**. Vienna, 1999.

JAY, J.M. **Modern food microbiology.** 6. ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000. 635 p.

JUNQUEIRA, M.S.; SOARES, N.F.F.; REIS, R.C.; CARNEIRO, J.D.S.; BENICIO, R.T.; YOKOTA, S.R.C. Efeito de embalagens ativas no escurecimento enzimático de batatas (*Solanum tuberosum*) fatiadas e minimamente processadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 613-618, 2009.

KALLANDER, K.D.; HITCHINS, A.D.; LANCETTE, G.A.; SCHMIEG, J.A.; GARCIA, G.R.; SOLOMON, H.M.; SOFOS, J.N. Fate of *Listeria monocytogenes* in shredded cabbage store at 5 and 25°C under a modified atmosphere. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 54, p. 302-304, 1991.

LAURILA, E.K.; HURME, E.; AHVENAINEN, R. The shelf-life of sliced raw potatoes of various cultivar varieties - substitution of bisulphites. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 61, n. 10, p. 1363-1371, 1998.

LIMA, K.S.C.; GROSSI, J.L.S.; LIMA, A.L.S.; ALVES, P.F.M.P.; CONEGLIAN, R.C.C.; GODOY, R.L.O.; SABAA-SRUR, A.U.O. Efeito da irradiação ionizante γ na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. NANTES. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 202-208, 2001.

LIMA, K.S.C.; LIMA, A.L.S.; LUCHESE, R.H.; GODOY, R.L.O.; SABAA-SRUR, A.U.O. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosfera modificadas e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 240-250, 2003.

LOVATTO, M.T.; BISOGNIN, D.A.; TREPTOW, R.O.; STORCK, L.; GNOCATO, F.S.; MORIN JUNIOR, G. Processamento mínimo de tubérculos de batata de baixo valor comercial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 258-265, 2012.

LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G. **Armazenamento de hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. 11 p.

LUND, D.G.; ZAICOVSKI, C.B.; PRIETO, L.M.; CONCEIÇÃO, R.C.S.; ALEIXO, J.A.G.; ROMBALDI, C.V. Qualidade microbiana e aspecto visual de mandioca minimamente processada. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 213-216, 2007.

MAMEDE, A.M.G.N. **Qualidade e vida útil de milho minimamente processado.** 2007. 187 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MANVELL, P.M.; ACKLAND, M.R. Rapid detection of microbial growth in vegetable salads at chill and abuse temperatures. **Food Microbiology**, London, v. 3, p. 59-65, 1986.

MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, St. Joseph, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEDEIROS, S.A.F.; AMANISHI, O.K.; PEIXOTO, J.R.; PIRES, M.C.; JUNQUEIRA, N.T.L.; RIBEIRO, J.G.B.L. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009.

MEKWATANAKAM, W. **Modified atmosphere packaging of vegetables**. 1988. 178 p. Thesis (Ph.D.) - Oregon State University, Corvallis, 1998.

MERRITT JUNIOR, C.; VAJDI, M.; ANGELINI, P. A quantitative comparison of the yields of radiolytic products in various meats and their relationship to precursors. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 62, p. 708-713, 1985.

MIGUEL, A.C.; DURIGAN, J.F. Qualidade de cebola minimamente processada e armazenada sob refrigeração. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 3, p. 437-441, 2007.

MISRA, S.K.; FLETCHER, S.M.; HUANG, C.L. Irradiation and food safety: consumer attitudes and awareness. In: CASWELL, J.A. (Ed.). **Valuing food safety and nutrition.** Boulder: Westview Press, 1995. p. 435-455.

MODANEZ, L. **Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de aceitação.** 2012. 104 p. Tese (Doutorado) –Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, 2012.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J.; CALBO, A.G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 123, n. 4, p. 656-660, 1998.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 2, p. 1, 1999.

MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M.; MACHADO, C.M.M.; KLUGE, R.A. Physiological and quality attributes associated with different centrifugation times of baby carrots. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 557-561, 2007.

MURADIAN, L.B.A. **Carotenoides de batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.) e sua relação com a cor das raízes.** 1991. 97 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 1991.

MURADIAN, L.B.A.; FIORINI, F. Composição e valor pró-vitamínico A das vagens macarrão e manteiga, comercializadas em São Paulo, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 49-52, 1996.

MURAYAMA, S. **Horticultura.** 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

NOURIAN, F.; RAMASWAMY, H.S.; KUSHALAPPA, A.C. Kinetic changes in cooking quality of potatoes stored at different temperatures. **Journal of Food Engineering**, London, v. 60, p. 257-266, 2003.

NUNES, E.E.; VILAS BOAS, E.V.B.; XISTO, A.L.R.P. Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada: uso de antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, Tocantins, v. 2, n. 3, p. 43-50, 2011.

OLIVEIRA, A.C.G. **Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, armazenado sob refrigeração.** 2007. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

OLIVEIRA, A.M.C.; COSTA, J.M.C.; MAIA, J.A. Qualidade higiênico-sanitária de abacaxi “pérola” minimamente processado. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 19, n. 1, p. 19-24, 2006.

OLIVEIRA, I.B.; SABATO, S.F. Dissemination of the food irradiation process on different opportunities in Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 71, n. 1-2, p. 493-497, 2004.

ORNELLAS, C.B.D.; GONÇALVES, M.P.J.; SILVA, P.R.; MARTINS, R.T. Atitude dos consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.

PEIXOTO, N.; MORAIS, E.A.; MONTEIRO, J.D.; THUNG, M.D.T. Seleção de linhagens de feijão-vagem de crescimento indeterminado para cultivo no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, p. 85-88, 2001.

PEREIRA, G.R.; FILHO, M.V.B.; NEVES, M.A. Um estudo sobre a inserção do tema “energia nuclear” no ensino médio de municípios da baixada fluminense – RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 8., 2009, Florianópolis. Florianópolis, 2009.

PERES, J.E.; ARRUDA, M.C.; FILETI, M.S.; FISCHER, I.H.; SIMIONATO, M.R.S.; VOLTAN, D.S. Quality of minimilly processed snap bean in function of rinse and sanification operations. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 173-180, 2011.

PILON, L. **Estabelecimento da vida útil de hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada e refrigeração.** 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PILON, L.; OETTERE, M.; GALLO, C.R.; SOPTO, M.H.F. Shelf life of minimally processed carrot and green pepper. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 150-158, 2006.

PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L.; ALMEIDA, G.C.; ONUKI, A.C.A.; NASCIMENTO, A.B.G. Caracterização química e física de batatas ‘Ágata’ minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 10, p. 1035-1041, 2005.

PROULX, E.; NUNES, C.N.; YAGIZ, Y.; EMOND, J.P. Quality attributes limiting snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) postharvest life at chilling and non-chilling temperatures. **HortScience**, St. Joseph, v. 45, n. 8, p. 1238-1249, 2010.

PÚBLIO, A.P.P.B.; REBOUÇAS, T.N.H.; PRADO, N.B.; SILVA, D.S.; CHATZIVAGIANNIS, M.A.F.; SOUZA, I.V.B.; SANTOS, R.L.; SÃO JOSE, A.R. Características físico-químicas de tubérculos de batata submetidos a fontes e concentrações de potássio. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 89-95, 2012.

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

RESURRECCION, A. V. A.; GALVEZ, F. C. F.; FLETCHER, S. M.; MISRA, S. K. Consumer attitudes toward irradiated food: results of a new study. **Journal of Food Protection**, Ames, v.58, n. 2, p. 193-196, 1995.

ROBBS, P.G.; BARTZ, J.A.; MCFIE, G.; HODGE, N.C. Causes of decay of fresh-cut celery. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 2, p. 444-455, 1996.

ROCHA, A.M.C.N.; COULON, E.C.; MORAIS, A.M.M.B. Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes. **Food Service Technology**, New York, v. 3, p. 81-88, 2003

RODRIGUES, L.J. **O Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb**.): ciclo vital e a agregação de valor pelo processamento mínimo. 2005. 152 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SAAVEDRA DEL AGUILA, J. **Processamento mínimo de rabanete: estudos físico-químicos, fisiológicos e microbiológicos.** 2004. 123 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SANTOS, T.B.A. **Qualidade microbiológica de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas na cidade de Campinas.** 2007. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

SANTOS, A.P.R. **Conformação da qualidade microbiológica em couve minimamente processada no Distrito Federal: o caso da agroindústria machadinho.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

SASAKI, F.F. **Procesamento mínimo de abóbora (*Curcubita moschata* Duch.): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SHURONG, L.; MEIXU, G.; CHUANYAO, W. Use of irradiation to ensure higyenic quality of fresh pre-cut and blanched vegetables and tofu. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Use of irradiation to ensure the hygienic quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed food of plant origin**. Vienna, 2006. p. 87-105.

SIGRIST, J.M.M. **Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas.** 2002. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, M.C. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema Simplate.** 2002. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, K.D.; BRAGA, V.O.; QUINTAES, K.D.; HAJ-ISA, N.M.A.; NASCIMENTO, E.S. Conhecimento e atitudes sobre alimentos irradiados de nutricionistas que atuam na docência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 645-651, 2010.

SIQUEIRA, A.A.Z.C. **Efeitos da irradiação e refrigeração na qualidade e valor nutritivo da tilápia.** 2001. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SMITH, O. **Potatoes**: production, storing, processing. 2. ed. Westport: AVI, 1977. 642 p.

SOUZA, J.R.P.; MIGLIORANZA, E.; BRANDÃO, R.A.P.; ATHANÁZIO, J.C. Produção e textura de feijão-vagem cultivada sob diferentes níveis de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 247-249, 2001.

SOUZA, R.AP.; DANELON, M.S.; DANELON, M.A.S.; SPOTO, M.H.F. Desenvolvimento de produto concentrado à base de tomate (Lycopersicon esculentum) e cenoura (Daucus carota L.): avaliação de parâmetros físico-químicos e teores de carotenoides. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 82-87, 2007.

SPAGNOL, W.A. **Processamento mínimo de cenoura e feijão-vagem.** 2005. 179 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SPAULDING, A.D.; WIEGAND, B.R.; O’ROURKE, P.D. Consumer knowledge and perceptions of food irradiation: ground beef study. **Journal of Food Distribution Research**, Annapolis, v. 37, n. 1, p. 161-167, 2006.

STATISTICAL INSTITUE INC. **SAS® software**. Version 9.2. Cary, NC, 2009.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÂO DE ALIMENSTOS - TACO. 4. ed. ampl. rev. Campinas: Unicamp, NEPA, 2011. Disponível em: http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 03 mar. 2014.

TESSARIOLI NETO, J.; GROPPO, G.A. **A cultura do feijão-vagem.** Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1992. 12 p. (Boletim Técnico CATI, 212).

TRAIL, M.A.; WAHEM, I.A.; BRIZI, J.N. Snap bean quality changed minimally when storage in low density polyolefin film package. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, p. 977-979, 1992.

VERZELETTI, A.; FONTANA, R.C.; SANDRI, I.G. Avaliação da vida de prateleira de cenouras minimamente processadas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 87-92, 2010.

VIEITES, R.L.; EVANGELISTA, R.M.; CAMPOS, A.J.; MOREIRA, G.C. Avaliação da contaminação microbiana do mamão minimamente processado e irradiado. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 118, p. 65-70, 2004.

VITTI, M.C.D. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterrabas minimamente processadas.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VITTI, M.D.C.; KLUGE, R.A.; YAMAMOTTO, L.K.; JACOMINO, A.P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 623-626, 2003.

VITTI, M.C.D. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de diferentes cultivares de batatas ao processamento mínimo.** 2007. 97 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

VITTI, M.D.C.; SASAKI, F.F.; MIGUEL, P.; JACOMINO, A.P.; MORETTI, C.L.; KLUGE, R.A. Atividade respiratória e aspectos microbiológicos de cultivares de batatas minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 208-2012, 2010.

WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 116-122, 2003.

WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas.** Zaragoza: Acribia. 1997. 362 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Questionário aplicado para verificar a aceitabilidade de mercado de produtos irradiados

Número do entrevistado: _____

Local da entrevista: _____

1) Gênero: ( ) masculino ( ) feminino

2) Idade: _____ anos

3) Estado civil:
( ) solteiro(a) ( ) casado(a) ( ) divorciado(a)
( ) viúvo(a) ( ) outros _____

4) Grau de escolaridade:
( ) não estudou ( ) fundamental incompleto ( ) fundamental completo
( ) médio incompleto ( ) médio completo ( ) superior incompleto
( ) superior completo ( ) pós-graduação incompleto ( ) pós-graduação completa

5) Qual a renda **familiar** mensal?
( ) até 2 salários-mínimos ( ) entre 2 e 4 salários-mínimos
( ) entre 4 e 10 salários-mínimos ( ) entre 10 e 20 salários-mínimos
( ) mais de 20 salários-mínimos

6) Quando você ouve falar em energia nuclear à impressão que você tem é:
( ) boa ( ) ruim ( ) outra _____

7) Você sabe o que são alimentos irradiados?
( ) sim ( ) não

8) Como você definiria alimentos irradiados?
_____
_____
_____
_____

9) Você consumiria alimentos irradiados?
( ) sim ( ) não

Por quê?
_____
_____

Obrigada pela sua colaboração!
Data: ___/ ___