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

**EFEITOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE NAS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS
DAS UVAS DE MESA BENITAKA E UVAS PASSAS ESCURAS.**

AMANDA GALASSI SANTILLO

Dissertação apresentada
como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear –
Aplicações.

Orientadora:
Profª Dra. Anna Lucia C. H.
Villavicencio

SÃO PAULO,

2011

*Ao meu marido Helbert
e meus pais, Bruno e Maria Cristina*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Dra. Anna Lucia C. H. Villavicencio por todo seu apoio, estímulo, disponibilidade e conhecimento transmitido, indispensáveis à concretização deste trabalho.

Ao IPEN, em especial ao Dr. Calvo Wilson Aparecido Parejo Calvo, gerente do CTR, e pela Dra. Margarida Hamada, chefe de divisão de pesquisa do CTR, pelo apoio e esclarecimentos;

A Dra. Maria Elisabeth Machado Pinto e Silva (FSP/USP), pelo carinho e orientação nos testes sensoriais;

À Dra. Evelise Oliveira Telles, da Faculdade de Veterinária e Zootecnia da USP, pela colaboração, ensinamentos e por disponibilizar seu laboratório e equipamentos esta pesquisa;

À Sandra, auxiliar de laboratório, e ao Bispo, técnico de laboratório, ambos da FMVZ/USP pela ajuda nas análises microbiológicas;

Ao Dr. Severino Matias de Alencar (ESALQ), pelas sugestões, atenção, paciência e empréstimo de seu laboratório para a realização de parte deste trabalho;

As técnicas Adna e Ivani (ESALQ) pelo carinho e contribuição com as análises de resveratrol;

À Yasco Kodama e ao Paulo de Souza, pela ajuda no irradiador multi-propósito;

Ao Marcos e à Claudia pelo auxílio nos assuntos administrativos;

Aos colegas de Pós-graduação: Msc. Marcia; Msc. Gustavo; Msc. Flavio; Msc. Amanda; Msc. Renato; Msc. Érica e Msc. Patrícia, Msc. Michael, é sempre bom conviver com pessoas que tornam nossos dias mais divertidos e alegres;

Aos meus pais Bruno e Maria Cristina, pelo amor, pela presença e atenção incondicional que me dão todos os dias;

E ao meu marido Helbert, pela imensa dedicação, amor e incentivo, no qual tenho uma dívida de gratidão eterna.

*"Um dia quando olhares para trás verás que os dias
mais belos foram aqueles em que lutaste."*

Sigmund Freud

EFEITOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE NAS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS DAS UVAS DE MESA BENITAKA E UVAS PASSAS ESCURAS.

AMANDA GALASSI SANTILLO

RESUMO

O Brasil é um grande produtor de frutas, mas com seu clima tropical (elevada umidade e temperatura) acaba proporcionando condições desfavoráveis à conservação de alimentos e principalmente das frutas. A radiação ionizante tem potencial para resolver problemas que afetam o suprimento de alimento em muitos países. Utilizando a dose certa, esta tecnologia tem a capacidade de estender o tempo de prateleira, segurança fitossanitária e controlar a maturação em frutas frescas. Existem no mundo variedades de uva onde a maioria delas pertence à espécie *Vitis vinifera*. Desta fruta é possível a obtenção de passas como forma de manter as características do produto natural e dificultar a proliferação de microrganismos que possam promover sua deterioração. As maiores fontes de compostos fenólicos são encontradas nas uvas quando comparado a outras frutas e vegetais e, um destes compostos é o resveratrol que se destaca no tratamento de diversas enfermidades, tais como: cardiovasculares, cancerígenas e doenças neurológicas. As amostras de uva foram irradiadas no Multipropósito de ^{60}Co , instalado no Centro de Tecnologia das Radiações (CTR-IPEN-CNEN/SP) nas doses de: controle; 0,5; 1; 1,5 e 2 kGy para as análises de cor, textura, sensorial, microbiológico e vida de prateleira. Para as análises de fenólicos totais e resveratrol utilizou-se as doses: controle; 1,5 e 3 kGy. Não ocorreu crescimento bacteriano em nenhuma das amostras. As doses de: 0,5 e 1,5 kGy da variedade de uva Benitaka tiveram boa aceitação no teste sensorial e vida de prateleira, sendo que, as uvas passas não apresentaram variações nestas análises. Foi verificado a presença de resveratrol em todas as amostras tratadas com a radiação ionizante.

EFFECTS OF IONIZING RADIATION ON THE NUTRITIONAL PROPERTIES OF TABLE GRAPES BENITAKA AND DARK RAISINS.

AMANDA GALASSI SANTILLO

ABSTRACT

Brazil is a major producer of fruits, but its tropical climate with high humidity and temperature, eventually creates unfavorable conditions for the preservation of food and especially the fruit. Ionizing radiation has the potential to solve problems affecting the food supply in many countries. Using the right dose, this technology can be used to extend shelf life and safety of many fresh fruits in addition to controlling their rates of maturation. There are thousands of grape varieties around the world, most of them belonging *Vitis vinifera*. This fruit can be dried to obtain raisins in order to maintain the natural characteristics of the product and hinder the growth of microorganisms that can promote the deterioration of fresh fruit. One of the major sources of phenolic compounds are found in grapes, compared to other fruits and vegetables. One of the phenolic compounds represented by resveratrol is that stands out when it comes to fighting various diseases such as cardiovascular diseases, cancer and neurological diseases. The irradiations were performed in ^{60}Co irradiator Multipurpose Center installed on Radiation Technology (CTR-IPEN-CNEN/SP) with different doses: control, 0.5, 1, 1.5 and 2 kGy for the analysis of color, texture, sensory and microbiological shelf life. For analysis of phenolic compounds and resveratrol were radiated only at doses: control, 1.5 and 3 kGy. With the results it was found that doses of 0.5, 1.5 kGy grape variety Benitaka have been accepted well both in sensory and shelf life tests. Samples of raisins had no variation in this analysis. No microbial growth was found and after treatment with radiation it was possible to prove the presence of resveratrol in all samples.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
3 REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 Considerações gerais sobre a uva	16
3.1.1 Origem	16
3.1.2 Aspectos gerais	16
3.1.2.1 Variedade Benitaka	17
3.1.2.2 Cor e textura	18
3.1.2.3 Sólidos solúveis	18
3.1.3 Exigências edafoclimáticas	19
3.1.4 Mercado nacional	20
3.2 Frutas desidratadas	21
3.2.1 Mercado de desidratados	23
3.2.2 Uva passa	23
3.3 Compostos fenólicos	25
3.3.1 Compostos fenólicos nas uvas	26
3.3.1.1 Determinação de compostos fenólicos	27
3.3.2 Resveratrol	28
3.3.2.1 Ocorrência do resveratrol nas uvas	29
3.3.2.2 Resveratrol na saúde	30
3.4 Histórico da irradiação de alimentos	31
3.4.1 Irradiação de alimentos	33
3.4.2 Efeitos da radiação nos alimentos	34
3.5 Contaminação em alimentos	36
3.6 Análise sensorial	37
4 MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1 Amostras	38
4.2 Irradiação	38
4.3 Análise de cor	39
4.4 Análise de textura	40

4.5	Determinação de sólidos solúveis por refratometria e pH	42
4.6	Análise microbiológica	43
4.6.1	Preparo da diluição decimal seriada	43
4.6.2	Determinação do número mais provável de coliformes totais e fecais	43
4.6.3	Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp	44
4.7	Análise de fenólicos totais	44
4.8	Vida de prateleira	45
4.9	Determinação de resveratrol	46
4.9.1	Remoção de interferentes das amostras por meio da técnica SPE (<i>Solid Phase Extraction</i>)	46
4.9.2	Derivatização	47
4.9.3	Cromatografia gasosa com espectrometria de massa (CG-EM)	47
4.10	Análise sensorial	49
4.10.1	Aspectos éticos	51
4.11	Análise estatística	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1	Análise de cor	52
5.2	Análise de textura	54
5.3	Vida de prateleira	56
5.4	Análise microbiológica	67
5.5	Compostos fenólicos totais	70
5.6	Presença de resveratrol	73
5.7	Análise sensorial	80
6	CONCLUSÃO	84
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Produção mundial de frutas (toneladas)	20
TABELA 2 – Produção de uvas, elaboração de vinhos e derivados no Rio Grande do Sul	21
TABELA 3 – Tabela nutricional comparativa de algumas frutas secas e frescas..	25
TABELA 4 – Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” utilizados na análise de cor das amostras de uvas da variedade Benitaka	52
TABELA 5 - Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” utilizados na análise de cor das amostras de uvas passas	53
TABELA 6 – Resultado da resistência à penetração na uva passa. Média de resultados expressos em N	55
TABELA 7 - Resultado da resistência à penetração na uva de variedade Benitaka. Média de resultados expressos em N	55
TABELA 8 – Valores de médias obtidas em uvas passas entre 0 a 21 dias após os diferentes tratamentos (peso inicial das amostras 60g)	65
TABELA 9 - Valores de médias obtidas em uvas da variedade Benitaka entre 0 a 21 dias após os diferentes tratamentos (peso inicial das amostras 300g)	65
TABELA 10 – Resultado da uva de variedade Benitaka: coliformes totais, fecais e <i>Salmonella</i> , analisadas durante 21 dias	67
TABELA 11 - Resultado da uvas passas: coliformes totais, fecais e <i>Salmonella</i> , analisadas durante 21 dias	68
TABELA 12 – Níveis de atividade de água (Aa)	69
TABELA 13 – Teores de fenólicos totais nos extratos de uvas passas	71
TABELA 14 - Teores de fenólicos totais nos extratos de uvas da variedade Benitaka	72
TABELA 15 – Média de aceitação sensorial de uva da variedade Benitaka	81
TABELA 16 - Média de aceitação sensorial de uva passa	81

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Uva da variedade Benitaka em parreirais	17
FIGURA 2 – Frutas desidratadas diversas	22
FIGURA 3 – Uvas passas sortidas desidratadas	24
FIGURA 4 – Estrutura química do resveratrol (<i>trans</i> - e <i>cis</i> -resveratrol)	29
FIGURA 5 – Símbolo da radura	32
FIGURA 6 – Irradiador Multipropósito de ^{60}Co	39
FIGURA 7 – Amostras de uvas da variedade Benitaka e uvas passas embaladas a vácuo	39
FIGURA 8 – Espectrofotômetro de bancada	40
FIGURA 9 – Texturômetro TA-XT2	41
FIGURA 10 – Amostra de uva passa (A); amostra de uva da variedade Benitaka (B)	41
FIGURA 11 – Aparelho refratômetro	42
FIGURA 12 – Aparelho pHmetro digital	43
FIGURA 13 – Aparelho espectrofotômetro	45
FIGURA 14 – Curva padrão de catequina	45
FIGURA 15 – Amostra de uva da variedade Benitaka (A) e de uva passa (B) após processo de liofilização	46
FIGURA 16 – Aparelho de cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas	48
FIGURA 17 – Perfil cromatográfico padrão de resveratrol, tempo de retenção: 15,75 min	49
FIGURA 18 – Ficha de avaliação sensorial para as amostras de uva da variedade Benitaka	50
FIGURA 19 - Ficha de avaliação sensorial para as amostras de uva passa	50
FIGURA 20 – Uva da variedade Benitaka com 0 dia após irradiação	57
FIGURA 21 - Uva da variedade Benitaka com 7 dias após irradiação	58
FIGURA 22 - Uva da variedade Benitaka com 14 dias após irradiação	59
FIGURA 23 - Uva da variedade Benitaka com 21 dias após irradiação	60
FIGURA 24 – Uvas passas com 0 dia após irradiação	61

FIGURA 25 - Uvas passas com 7 dias após irradiação	62
FIGURA 26 - Uvas passas com 14 dias após irradiação	63
FIGURA 27 - Uvas passas com 21 dias após irradiação	64
FIGURA 28 – Medidor de atividade de água	69
FIGURA 29 – Tubos com concentrações de catequina para dosagem de fenólicos totais	71
FIGURA 30 – Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva da variedade Benitaka / amostra controle	74
FIGURA 31 - Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva da variedade Benitaka / amostra 1,5 kGy	75
FIGURA 32 - Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva da variedade Benitaka / amostra 3 kGy	76
FIGURA 33 - Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva passa / amostra controle	77
FIGURA 34 - Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva passa / amostra 1,5 kGy	78
FIGURA 35 - Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva passa / amostra 3 kGy.....	79

1 INTRODUÇÃO

Muito se tem a falar sobre as propriedades benéficas e do aumento de adeptos em relação ao consumo de vinho tinto. Ao mesmo tempo, é possível acompanhar o desenvolvimento de vários produtos, mas que apresentem a mesmas características encontradas no vinho. O interesse está nas substâncias denominadas polifenóis, entre as quais se encontra o resveratrol presente em diversos alimentos como amendoim, amoras, ameixas, mirtilo e especialmente na uva e seus derivados (Kim, 2003; Langcake *et al.*, 1979; Spagolla *et al.*, 2009).

Uma das maiores fontes de compostos fenólicos são as uvas, quando comparado a outras frutas e vegetais. A grande variedade de uva existente diferencia suas características tanto de sabor quanto na coloração, o que certamente está ligado ao conteúdo e o perfil de compostos fenólicos existente na fruta (Abe *et al.*, 2007).

O resveratrol é um dos compostos mais importantes quando se trata de combater diversas enfermidades, tais como: cardiovasculares, cancerígenas e doenças neurológicas (Harborne e Williams, 2000). Segundo Latruffe *et al.*, (2002), a uva sintetiza o resveratrol como resposta à desordem metabólica causada por agressões à sua casca, como danos mecânicos, irradiação ultravioleta e ataque de fungos.

A preservação dos alimentos através da irradiação está em alta desde o começo do século XX, devido às vantagens que apresenta sobre os métodos convencionais de processamento. Este tratamento possibilita aos alimentos após a embalagem, mínimas alterações em seu estado fresco e de alimentos perecíveis que podem ser conservados por mais tempo sem perder sua qualidade (Morehouse, 2002).

A aceitação de produtos irradiados por parte dos consumidores é baseada em decisões complexas nas quais pesam as percepções sobre os riscos e

benefícios desta tecnologia (irradiação de alimentos), quando comparada com as demais já existentes (Gunes *et al.*, 2001).

Os alimentos são tratados com radiações ionizantes para alcançar diversos objetivos como, por exemplo, aumentar a segurança através da redução dos níveis de bactérias patogênicas e outros microrganismos causadores de uma variedade de efeitos físicos e bioquímicos (Hansen *et al.*, 2001).

Outro fator importante em relação à radiação é a eficácia na extensão da vida útil de frutas frescas e vegetais através da diminuição das mudanças biológicas associadas com os processos de maturação, tais como brotamento e o amadurecimento (Morehouse, 2002).

2 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da radiação na qualidade nutricional de uva de variedade Benitaka e uva passa, em relação ao teor de compostos fenólicos; cor; textura; microbiologia e a presença de resveratrol.

Determinar a vida útil do produto utilizando o método de irradiação por ^{60}Co e comparar os resultados através das características sensoriais.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Considerações gerais sobre a uva

3.1.1 Origem

Existem no mundo, milhares de variedades de uva. A maioria delas pertence à espécie *Vitis vinifera*, originária do Cáucaso de onde foi difundida por toda a costa mediterrânea há centenas de anos, seja para a produção de fruta para consumo *in natura*, seja como matéria-prima para a elaboração de vinhos. Foi na costa mediterrânea que, ao longo de séculos de cultivo, foram selecionadas estas milhares de variedades de *Vitis vinifera*, especialmente variedades destinadas à elaboração de vinhos. Algumas delas ganharam o mundo, consagrando-se pela ampla capacidade de adaptação e pelas características dos vinhos que originam; outras, de adaptação mais restrita, permaneceram em suas regiões de origem, proporcionando aos seus habitantes a oportunidade de elaboração de produtos típicos e exclusivos (Rombaldi *et al.*, 2004).

3.1.2 Aspectos Gerais

A uva (*Vitis vinifera* L.) é uma planta sarmentosa com gavinhas, lenhosa e de porte arbustivo. Suas folhas são alternas, pecioladas, cordiformes, com cinco lóbulos sinuados dentados, glabras na parte superior e tomentosas na parte inferior. As flores são pequenas e de cor branca esverdeada, sendo completa ou hemafródita. Os frutos são bagas constituídas pela película que contém a parte corante e é revestida por uma substância cerosa denominada pruína, impermeável a água. As bagas ficam reunidas em cachos, contendo cada uma duas ou três sementes, variando de cor de acordo com o tipo de uva (Kuhn, 2003; Raven, 2001).

3.1.2.1 Variedade Benitaka

A Benitaka foi descoberta numa fazenda no município de Floráí, Norte do Paraná, em 1991, e sua origem procede da mutação da variedade Itália. Destaca-se pela sua cor intensa (rosada escura), mesmo quando ainda imatura, seus cachos são grandes, com peso médio de aproximadamente 400g e bagas variando entre 8 a 12 g. Possui uma polpa crocante, com sabor neutro. Apresenta boa conservação pós-colheita. Estas características conferem à 'Benitaka' (FIG. 1) um lugar de destaque, pois vem despertando o interesse dos produtores (Lima, 2007).

FIGURA 1 – Uva de variedade Benitaka em parreirais. Fonte: Retirado do site <http://www.frutasbrasilis.com.br> > acesso jan/2011.

3.1.2.2 Cor e textura

A cor é um fator de maior contribuição para avaliação da qualidade do fruto, a qual é resultante da síntese ou degradação de pigmentos na casca. No caso da uva, a coloração característica e sua intensidade de cada cacho dependem de cada variedade, mas é influenciada por fatores como cultivar, estágio de maturação, manejo de água e nutrientes, período do ano (temperatura e radiação solar), manejo da parte aérea da planta (poda), manuseio dos cachos e ocorrência de danos físicos (Lima & Choudhury, 2007).

Alguns alimentos após o processo de irradiação sofrem mudanças na cor e o odor, por exemplo, e estas modificações estão atribuídas à formação de radicais livres e indução de hidrólise das moléculas de água (Molins, 2001).

As propriedades texturais da uva são um grupo de características físicas que com a evolução da maturação, os tecidos tendem a perder a firmeza ocorrendo a deformação, desintegração e fluidez do alimento quando se submete a uma força. A textura dos alimentos é fundamentalmente uma propriedade sensorial que pode ser quantificada através de uma análise mecânica (Lima e Choudhury, 2007).

3.1.2.3 Sólidos solúveis

O conteúdo de sólidos solúveis compreende de todas as substâncias que se encontram dissolvidas no suco extraído da polpa, sendo importante para a determinação da qualidade da fruta. Esse conteúdo tem sido utilizado como índice de maturação para muitos frutos. Comumente designados como °Brix, é um indicador eficiente quando acima de 18, ou seja, os açúcares se tornam os sólidos solúveis predominantes na uva. Esse teor aumenta a partir do início de maturação, mas podem ocorrer variações nas uvas maduras como a perda de água que se concentra nas bagas devido às alterações ambientais (Chitarra, 2005).

Segundo o regulamento técnico os teores de sólidos solúveis em °Brix, a 20°C deve ser no mínimo 14 °Brix para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de uva. A glicose, frutose e sacarose são os principais açúcares solúveis presentes em frutos constituindo cerca de 65 a 85% do teor de sólidos solúveis totais. Freitas (2006) encontrou para uvas da variedade Benitaka o valor de 15 e 14 °Brix, e Brackmann *et al.* (2000) valores entre de 14 a 16 °Brix.

3.1.3 Exigências edafoclimáticas

Os elementos meteorológicos, principalmente, temperatura, umidade e radiação solar, exercem grande influência sobre o desenvolvimento, produção e qualidade da uva. Essa influência ocorre em todos os estádios fenológicos da videira, ou seja, desde o repouso vegetativo (inverno), a brotação, a floração, a frutificação, crescimento das bagas (primavera), a maturação (verão) até a queda das folhas (outono). Cada estágio fenológico necessita de quantidade adequada de luz, água e calor para que a videira possa se desenvolver e produzir uvas de qualidade (Mandelli e Zanusi, 2003).

As videiras preferem climas secos com temperaturas entre 10° e 40°C. Em regiões de temperatura mais baixas, o ciclo de produção permite uma safra por ano, enquanto sob temperaturas mais elevadas, podem-se ter duas safras/ano. As uvas são muito sensíveis a ventos fortes. A qualidade do fruto depende em grande parte da radiação solar recebida durante o período de crescimento vegetativo (Intrieri e Filippetti, 2000).

O Brasil possui grande variedade de frutas, mas seu clima tropical, com elevada umidade e temperatura, proporciona condições desfavoráveis à conservação de alimentos e principalmente de frutas. As perdas pós-colheita no nosso país atingem altas proporções, acima de 30%. Elas ocorrem, principalmente devido ao mau acondicionamento e transporte, à inadequada estocagem e conservação das matérias primas que antecedem a comercialização *in natura* ou a industrialização (Schleier, 2004).

3.1.4 Mercado nacional

Entre 2003 a 2007 o Brasil (TAB. 1) apresentou um crescimento de 3,87% na produção total de frutas, enquanto que no mundo esse crescimento foi de 1,92%, menos da metade do crescimento brasileiro. No caso da uva, o principal estado produtor é o Rio Grande do Sul (TAB. 2), responsável por 49,6% da produção brasileira. O Vale do São Francisco, que engloba os estados de Pernambuco e Bahia, apresenta 21,7%, São Paulo 15,5% e Paraná 7,6% da produção total de uva. Vale ressaltar que o destino das produções do Rio Grande do Sul é principalmente para a elaboração de vinho, enquanto São Paulo, Paraná, Pernambuco e Bahia destinam a maior parte da produção à comercialização de uva de mesa, consumida *in natura*. Em especial, no Vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia), a produção é voltada ao mercado externo (Vitti, 2009).

TABELA 1 – Produção mundial de frutas (toneladas)

	2003	2004	2005	2006	2007
China	78.151.515	84.841.364	88.512.463	90.100.438	94.417.600
Índia	41.017.100	41.239.900	42.462.400	48.045.000	51.141.800
Brasil	35.448.027	36.884.000	36.606.499	37.725.469	36.818.354
EUA	28.821.857	30.148.083	27.019.056	25.445.201	24.962.060
Itália	15.189.595	18.001.408	18.133.987	17.841.249	17.891.248
Espanha	17.961.824	16.938.223	15.547.722	16.120.000	15.293.100
México	14.496.410	15.294.686	15.243.299	14.978.706	15.041.296
Turquia	11.494.870	10.763.700	12.635.725	12.034.846	12.390.029
Irã	12.854.611	12.610.197	13.603.737	12.102.300	12.102.300
Indonésia	13.146.780	14.647.491	15.305.826	11.535.707	11.615.000

Fonte: Elaborado a partir de FAO (2008) e adaptado por VITTI (2009)

TABELA 2 – Produção de uvas, elaboração de vinhos e derivados no Rio Grande do Sul

ANOS	Uvas Viníferas	Uvas Comuns	Total Uvas (em Kg)	Vinhos (em lts)	Derivados (em lts)	Total de Vinhos e Derivados (em lts)
1998	45.769.421	267.901.856	313.671.277	184.713.573	28.597.537	213.311.110
1999	58.677.923	368.588.406	427.266.329	272.351.273	38.954.609	311.305.882
2000	74.258.989	447.498.066	521.757.055	329.235.315	43.681.795	372.917.110
2001	49.805.889	386.292.199	436.098.088	263.091.735	33.486.024	296.577.759
2002	47.765.702	426.632.853	474.398.555	291.300.966	48.646.739	339.947.705
2003	43.367.979	339.744.071	383.112.050	203.199.830	29.156.088	232.355.918
2004	62.593.792	516.396.102	578.989.894	356.864.892	51.923.276	408.788.168
2005	70.609.245	422.637.749	493.246.994	271.534.330	53.502.201	325.036.531
2006	56.596.447	367.039.121	423.635.568	217.269.863	59.512.689	276.782.552
2007	72.151.978	498.383.918	570.535.896	318.464.393	70.890.923	389.355.316
2008	83.801.966	550.462.367	634.264.333	334.776.313	93.191.745	427.968.058
2009	72.104.225	462.018.951	534.123.176	245.318.773	96.502.990	341.821.763

Fonte: UVIBRA – União Brasileira de Vitivinicultura e Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul (2009)

A diversidade de variedades, expansão da infraestrutura de armazenamento e distribuição, investimentos em tecnologia de produção e em publicidade dos produtos, seriam os principais motivos do aumento da produção da fruta (Vitti, 2009).

O mercado doméstico em especial os atacadistas, são os principais agentes de distribuição de uvas de mesa. Eles compram e vendem cachos da fruta a granel ou em caixas e, muitas vezes, realizam outras funções, tais como classificação e padronização do produto, financiamento do produtor, armazenamento e transporte (Lima e Choudhury, 2007).

3.2 Frutas desidratadas

A técnica de secagem de frutas é uma tecnologia que vem sendo estudada para aprimorar as qualidades do produto em menor tempo de processamento, sendo a desidratação ou impregnação osmótica um pré-tratamento a outros processos relacionados à secagem, como: congelamento e liofilização. Este tipo de técnica tem como vantagem uma boa conservação dos atributos sensoriais como cor, sabor e textura. Para isso, é necessário que as frutas utilizadas sejam de boa qualidade (Matos, 2007).

Com facilidade para serem encontradas, as frutas desidratadas (FIG. 2) mantêm as características do produto natural e dificultam a proliferação de microrganismos que possam promover a deterioração da fruta fresca com a redução da umidade, facilitando também no custo de transporte, embalagem e menor área para armazenamento (Embrapa, 2003). Obtidas através de frutas maduras, inteiras ou em pedaços é possível atender as normas de higiene estabelecidas pela legislação garantindo um produto saudável (Matos, 2007).

FIGURA 2 - Frutas desidratadas diversas: 01 – Uva Passa; 02 – Laranja; 03 – Abacaxi; 04 – Melancia; 05 – Damasco; 06 – Maça; 07 - Pêssego; 08 – Jaca; 09 – Tangerina; 10 - Banana ; 11 – Mamão; 12 – Caju.

A saturação ou a cristalização com açúcares é um método alternativo mais antigo para conservação de frutas. Esta técnica consiste no aumento da concentração de sólidos nos frutos, substituindo a água por açúcares, como por exemplo, sacarose. A escolha de frutas de maior importância econômica como a banana, uva, ameixa, pêssego, manga, figo, abacaxi e maçã são mais adequadas para este tipo de técnica (Berbari *et al.*, 1992).

3.2.1 Mercado de desidratados

O Brasil é um grande produtor de frutas, mas se tratando de alimentos desidratados ainda é muito restrito. Concentrado quase que 100% nos centros urbanos e nas classes mais elevadas, as frutas desidratadas são consumidas entre pessoas de todas as idades e classes sociais. A técnica para desidratação de frutas no Brasil ainda é artesanal, mas a tendência é desse mercado é crescer (Feldberg, 2006).

Em 2005, segundo a Embrapa (2009) foram importados 15.596.613kg de passas gerando US\$ 18 milhões. A Argentina é o principal fornecedor (10 mil t), seguida por Turquia (2 mil t) e Irã (894 mil kg), e isto deve-se as pequenas áreas cultivadas e baixa oferta. As uvas passas apresentam um grande mercado a ser explorado. Sua importação anual, de acordo com empresários, é em torno de 5.000 toneladas ao ano, sendo utilizadas principalmente como insumo na indústria de panificação.

3.2.2 Uva passa

Uvas Passas (FIG. 3) são elaboradas através do processo de desidratação para conservação das uvas frescas. É possível encontrar no mercado de hoje, diversas variedades de passas que diferem na cor, tamanho e sabor, mas isso somente determinando o tipo de desidratação a ser empregado (Picolotto *et al.*, 2002).

FIGURA 3 - Uvas passas sortidas desidratadas

Durante a desidratação é preciso ter uma atenção redobrada para que o processo não provoque a degradação de fenólicos. A uva é fonte de diversos compostos fenólicos e em elevadas concentrações. As antocianinas e os glicosídeos de flavonóis estão entre os compostos mais estudados nesta fruta por apresentarem atividade antioxidante e propriedades antiinflamatórias e anticancerígenas (Markakis, 2006).

A uva desidratada (TAB. 3) é altamente energética, rica em carboidratos, e apresenta pequenas quantidades de vitamina C, e vitaminas do Complexo B: B1, B2 e B3, minerais: cálcio, ferro, fósforo e potássio. Sua casca contém resveratrol, um poderoso antioxidante que é um antibiótico natural, produzido como parte de defesa da planta, geralmente nas épocas de chuva. Considerando como parte de tratamento, as uvas passas são eficazes contra a tosse crônica e disenterias, zumbido dos ouvidos, insônia e outras afecções de caráter nervoso, devido seu poder calmante que desaparecem quando ingeridas regularmente (Rockenbach, 2008).

TABELA 3 - Tabela nutricional comparativa de algumas frutas secas e frescas

Fruta (100grs)	Calorias	Carboidratos	Proteínas	Lipídios
Ameixa seca	186.0	43.15	2.37	0.44
Ameixa fresca	43.0	10.1	0.4	-
Damasco seco	131.0	29.6	3.1	-
Damasco fresco	54.1	12.3	1.0	0.1
Figo seco	233.0	51.43	3.58	1.27
Figo fresco	69.0	15.6	1.2	0.2
Uva passa	299.0	71.4	2.3	0.5
Uva fresca	76.0	16.7	0.6	0.7
Banana seca	178	40	2.73	0.32
Banana fresca	72	17	1.11	1.13

Fonte: Maria Geralda Vilela Rodrigues em especial para Toda Fruta, 2004.

Disponível em:

<http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=13631>.

3.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (Naczk e Shahidi, 2004). Esses compostos encontram-se largamente em plantas e são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuírem na pigmentação. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (Peleg *et al.*, 1998; Naczk e Shahidi, 2004).

As principais fontes de compostos fenólicos são frutas cítricas, como limão, laranja e tangerina, além de outras frutas a exemplo da cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e mamão. A pimenta verde, brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate também são excelentes fontes destes compostos (Pimentel *et al.*, 2005). Quimicamente, os fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (Lee *et al.*, 2005).

Em geral os compostos fenólicos são multifuncionais como antioxidantes, pois atuam de várias formas: combatendo os radicais livres (Araújo, 2006) pela doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila (OH) da sua estrutura aromática, que possui a capacidade de suportar um elétron desemparelhado através do deslocamento deste ao redor de todo o sistema de elétrons da molécula; quelando metais de transição, como o Fe^{2+} e o Cu^+ ; interrompendo a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica; modificando o potencial redox do meio; reparando a lesão a moléculas atacadas por radicais livres (Podsedeck, 2007; Kyungmi e Ebeler, 2008). Também bloqueiam a ação de enzimas específicas que causam inflamação; modificam as rotas metabólicas das prostaglandinas, protegem a aglomeração plaquetária e inibem a ativação de carcinógenos (Valco *et al.*, 2006).

Além da atividade antioxidante direta, pesquisas recentes têm destacado múltiplas funções e mecanismos importantes relacionados à habilidade dos compostos fenólicos de se ligarem a receptores celulares e a transportadores de membranas, de influenciarem a expressão gênica, a sinalização e a adesão celular (Manach e Donovan, 2004). Apresentam grande importância devido a múltiplos efeitos biológicos, como diminuição da permeabilidade e fragilidade dos vasos sanguíneos, ação antiinflamatória, antiespasmódica, antioxidante, antiviral, antibacteriana e antitumoral (Mamede e Pastore, 2004).

3.3.1 Compostos fenólicos nas uvas

Os compostos fenólicos presentes nas uvas compreendem derivados do ácido hidroxinâmico, como os ácidos cafeíco e cumárico, os flavonóides (como as antocianinas), ácidos fenólicos e resveratrol. Estes compostos presentes em frutas frescas, como a uva, ou seus derivados são benéficos à saúde, uma vez que eles possuem propriedades antioxidantes e não são sintetizados pelos mamíferos. (Miyagi *et al.*, 1997). Sua ingestão está associada ao risco reduzido de eventos coronários, e o consumo de produtos da uva, incluindo vinho tinto e suco de uva roxa, inibe a agregação plaquetária. Pataki *et al.* (2002), realizaram um estudo para avaliar a melhora na recuperação cardíaca após a isquemia utilizando sementes da uva escuras, ricas em proantocianidinas. Dois grupos de

ratos com 17 a 19 semanas de idade e peso corporal entre 320-340g receberam diferentes doses de extrato de proantocianidinas, derivadas da semente da uva preta durante o período de três semanas. O resultado significativo para patologia da aterosclerose mostrou que proantocianidinas recuperaram o fluxo coronariano e o fluxo aórtico e melhoraram a pressão sanguínea.

Recentemente, foi realizado por Shanmuganayagam *et al.* (2007) um ensaio clínico somente com o suco de uva, para mostrar a eficácia na redução do desenvolvimento do ateroma, agregação plaquetária e colesterol sérico em coelhos hipercolesterolêmicos. Vinte coelhos, acompanhados pelo período de 96 dias, foram alimentados com uma dieta hipercolesterolêmica durante 48 dias e, após, receberam 225 ml de suco de uva por dia, mantendo a dieta. No período de consumo diário de suco de uva houve uma redução significativa do colesterol sérico e agregação plaquetária. O suco de uva também diminuiu o desenvolvimento do ateroma aórtico. A pressão arterial sistólica e a pressão arterial média tiveram significativa redução após 96 dias de tratamento. Em conclusão, os autores mostraram que o consumo diário de suco de uva atenua a hipercolesterolemia aumentada pela agregação plaquetária e reduz a pressão sanguínea, o colesterol total e o desenvolvimento do ateroma (Shanmuganayagam *et al.*, 2007).

3.3.1.1 Determinação de compostos fenólicos

A análise de compostos fenólicos é influenciada pela natureza do composto, o método de extração empregado, o tamanho da amostra, o tempo e as condições de estocagem, o padrão utilizado e a presença de interferentes tais como ceras, gorduras, terpenos e clorofilas (Shahidi e Naczki, 2006). Vários métodos como Folin-Denis e Folin-Ciocalteu são utilizados para a determinação de fenólicos totais em alimentos (Prince e Butler, 1977). Estes métodos descritos por Swain e Hillis (1959) possuem um aspecto importante a ser considerado: a escolha do padrão, sendo que os mais utilizados são o ácido tânico e a catequina.

O ensaio de Folin-Ciocalteu tem sido utilizado para mensurar os fenólicos totais em produtos naturais, mas o seu mecanismo básico é uma reação de oxirredução. O método de Folin-Ciocalteu é simples e pode ser útil na caracterização e padronização de amostras naturais além de ser um dos melhores para estimar a atividade antioxidante de amostras de alimentos. A cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) possui uma importância relevante em relação à determinação de fenólicos, consiste em uma técnica de separação (líquido-líquido / sólido-líquido) apresentando como vantagem um resultado rápido mesmo em pequenas quantidades de amostra e clareza na interpretação dos resultados (Roginsk e Lissi, 2005).

3.3.2 Resveratrol

Os estudos sobre resveratrol iniciaram nos anos 70. Em 1972 na União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, apareceu a primeira descrição sobre o resveratrol em cascas de *Pinus sibirica* (Tyukavkina, 1974). Os autores Langcake e Pryce em 1976 avaliaram pela primeira vez a presença do isômero trans-resveratrol em *Vitis vinifera*.

Algumas pesquisas sobre efeitos biológicos do resveratrol foram iniciadas nos anos 80, e somente nos meados dos anos 90 os estudos sobre resveratrol tornaram-se mais freqüentes devido ao “paradoxo francês”, este deve-se ao fato dos franceses, mesmo ingerindo uma dieta rica em lipídios, apresentarem uma baixa incidência de doenças cardio-circulatórias (Renaud e Lorgeril, 1992).

O resveratrol é um composto originário de uma família de moléculas que incluem os glicosídeos e os polímeros chamados viniferinos e existe nas configurações *cis*- e *trans*- (FIG. 4). Esse componente é capaz de inibir o progresso de infecções causadas por fungos (*Botrytis cinerea*, *Plasmopora viticola*), propriedade que o inclui na classe dos antibióticos conhecidos como fitoalexinas (Flanzy, 2000).

FIGURA 4 – Estrutura química do resveratrol *trans*- e *cis*-resveratrol.

3.3.2.1 Ocorrência do resveratrol nas uvas

O resveratrol encontra-se em 72 espécies vegetais (distribuídas em 31 gêneros e 12 famílias), porém é encontrada em poucos alimentos destinados ao consumo humano, dentre eles destacam-se a uva (*Vitis vinífera* L.) e o amendoim (*Arachis hypogaea*).

Uma das mais ricas fontes de resveratrol são as uvas, estando presente não somente no fruto, mas em toda videira. Na baga, a concentração de resveratrol é maior (0,05 a 0,1 mg g⁻¹), pois é a casca que sofre dano mecânico, químico ou desordem metabólica por irradiação (Flanzy, 2000). A variedade de uva utilizada, Benitaka, destaca-se tendo em vista a alta produtividade e qualidade dos frutos. As uvas são potencialmente os frutos que mais propriedades antioxidantes possuem, tendo em vista os compostos fenólicos nelas presentes. Estes compostos fenólicos são parcialmente dependentes de fatores externos, tais como clima, solo, vegetação vizinha e sistema de irrigação.

Em uvas de clima quentes e secos, as concentrações do resveratrol apresentam-se menores, enquanto que em clima frios e úmidos como em Bordeaux e no Canadá, as uvas apresentam maior concentração deste componente (Trevisan, 2003).

3.3.2.2 Resveratrol na saúde

Segundo Czarnobay e Guerra (2000), o resveratrol é conhecido na terapêutica medicinal, sendo utilizado pelos chineses e japoneses há muito tempo para o tratamento de arteriosclerose, de doenças inflamatórias e alérgicas. Suas características polifenólicas permitem explicar suas atividades antiagregante, plaquetária, antioxidante e redutora de triglicerídeos. Portanto, tem propriedades farmacológicas similares à do estradiol, principal estrogênio humano natural (Bradamante *et al.*, 2004).

A qualidade de vida, assim como a longevidade tem aumentado o interesse pelo estudo do resveratrol na saúde. De acordo com Regina *et al.* (2002), o resveratrol tem uma ação 10.000 vezes maior que o Tocoferol (Vitamina E), que é uma referência na medicina como combatente ou varredor de radicais livres.

Atualmente encontra-se cientificamente comprovado que os principais benéficos do resveratrol são:

- Aumentar a resistência das fibras colágenas, exercendo efeito protetor sobre as paredes dos vasos sanguíneos;
- Dissipar as plaquetas que provocam coágulos e entopem as artérias;
- Inibir a formação de radicais livres, reduzindo a oxidação dos lipídeos que diminuem as placas de arteriosclerose;
- Impedir a destruição dos linfócitos, preservando o sistema imunológico;
- Favorecer funções digestivas e aumentar o apetite;
- Conter substância que retardam o envelhecimento celular e orgânico.

Além das atividades descritas acima, o resveratrol está sendo examinado na sua habilidade de parar a dor, inibindo o crescimento das bactérias que causam úlceras de estômago e que podem provocar o câncer. Dessa forma o resveratrol pode representar uma solução moderna para muitos problemas de saúde (Piveta, 2005).

3.4 Histórico da irradiação de alimentos

Pesquisas sobre irradiação de alimentos iniciaram após a descoberta dos raios X por Roentgen, físico alemão, em 1895. Pesquisadores franceses e alemães, a partir de 1914, dedicaram-se a estudos sobre pasteurização de alimentos obtidos a partir do processo de radiação. Nas pesquisas realizadas, estes alimentos apresentaram paladar desagradável decorrente das altas doses aplicadas. O exército dos Estados Unidos da América, a partir de 1953, impulsionou a pesquisa assim como a Inglaterra, a Bélgica, o Canadá e outros (Diehl, 2002).

Segundo Diehl (2002), a primeira utilização da irradiação de alimentos se deu em 1957, na Alemanha, onde produtores de condimentos iniciaram a melhoria da qualidade higiênica de seus produtos pela irradiação com elétrons. A Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos da América promoveu a instalação de irradiadores de alimentos em várias universidades, a fim de desenvolver pesquisas sobre o assunto, após a segunda guerra mundial (Who, 1994).

Após vários resultados, em 1980, um Comitê Misto de Especialistas em irradiação de Alimentos (CMEIA), convocado pela Food Agriculture Organization (FAO), pela Organização Mundial de Saúde (OMS), e pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), concluiu que a irradiação não apresentava riscos toxicológicos, problemas microbiológicos ou nutricionais, desde que se utilizasse doses de radiação até 10 kGy (Ferreira, 1999).

Desde seu início até os dias de hoje, esta tecnologia tem sido considerada segura por mais de 40 países para reduzir o número de microrganismo em alimentos como parte da produção, processamento, manuseio e preparação dos alimentos de alta qualidade (Ada, 2000).

Na década de 50, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/Brasil) em Piracicaba, foram realizadas as primeiras pesquisas com irradiação de alimentos. O Decreto Lei n.º 986 de 21 de outubro de 1969, descreveu que o

alimento irradiado é aquele que intencionalmente foi submetido à ação de radiações ionizantes, tendo como finalidade sua preservação ou para outros fins lícitos, quando obedecidas às normas que vierem a ser elaboradas pelo órgão competente do Ministério da Saúde (Brasil, 1969).

Em 29 de agosto de 1973, o decreto lei n.º 72718 descreveu normas gerais sobre irradiação dos alimentos desde a sua elaboração, armazenamento, transporte, distribuição, importação, exportação e exposição à venda ou entrega ao consumidor. Essa resolução estabelece ainda que, quando um produto irradiado é usado como ingrediente em outro alimento, este fato deve ser mencionado na embalagem do produto final contendo a seguinte informação: "Alimento Tratado por Processo de irradiação". No caso das especiarias vendidas a granel, deve-se colocar uma faixa com a mesma informação, sempre que essas especiarias forem utilizadas na fabricação de outros produtos, como, por exemplo, os derivados de carne (Brasil, 1973).

Os produtos submetidos à irradiação devem conter no rótulo a informação sobre o método de conservação. O rótulo deve apresentar o símbolo da radura e informações como "tratado com radiação" ou "tratado por irradiação" (FIG. 5). É permitido ainda que o fabricante descreva no produto o propósito do tratamento, como "tratado com radiação para controle de deterioração" (Andress e Delaplane, 2011).

FIGURA 5 - Símbolo da Radura

A norma 6.03 implantada pela CNEN em setembro de 1980, descreve o licenciamento de funcionamento das instalações de irradiação (CNEN, 1980). Em 2001, a RDC/ANVISA/MS n.º 21, de 26 de janeiro de 2001, que atualizou as

portarias anteriores, tendo sua alteração na dose aplicada aos alimentos: “A dose absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a dose máxima absorvida deve ser inferior aquela que comprometa as propriedades funcionais e, ou, atributos sensoriais do alimento” (Brasil, 2001).

3.4.2 Irradiação de alimentos

Há tempos o homem procura formas de conservar melhor os alimentos que consome. As baixas temperaturas e a cura são os métodos de preservação mais antigos que se conhece. Uma das formas mais recentes de preservação dos alimentos é através da irradiação, onde continua em alta desde o começo do século XX (Morehouse, 2002).

De acordo com o IAEA (1991), a tecnologia da irradiação em alimentos baseia-se na exposição dos alimentos a uma fonte de irradiação ionizante (raios gama, raios-X ou feixe de elétrons) controlada, onde penetra profundamente nos alimentos podendo se aplicada em alimentos já embalados, evitando a recontaminação, inviabilizando a divisão de células vivas, tais como bactérias e células de organismos superiores, podendo aumentar a segurança dos alimentos através da redução dos níveis de bactérias patogênicas, microrganismos, infestação de insetos e parasitas causadores de doenças (Hansen *et al.*, 2001). Pode apresentar diversas vantagens, como o baixo consumo de energia durante o processo e a redução no consumo de energia em métodos convencionais de conservação, ser eficazes na extensão da vida útil de frutas e vegetais frescos ou congelados através da diminuição das mudanças biológicas associadas com os processos de crescimento e maturação, tais como brotamento e o amadurecimento (Morehouse, 2002).

A exposição dos alimentos à radiação ionizante deve ser controlada e cuidadosa, onde deve ser adequada para produzir um resultado desejado, evitando, ao mesmo tempo, a degradação do alimento (Who, 1994).

A aceitação de produtos irradiados por parte dos consumidores é baseada em decisões complexas nas quais pesam as percepções sobre os riscos e benefícios desta nova tecnologia quando comparada com as demais já existentes (Henson, 1995). Por estar amplamente disponível e seu custo no alcance de uma escala comercial, é possível verificar interesse no comércio internacional devido ao desenvolvimento prático desta tecnologia (ICGFI, 1999).

Segundo Eustice e Bruhn (2006), alguns fatores contribuem para a lentidão no processo de aceitação dos alimentos irradiados. Dentre eles, a associação de alimentos irradiados com alimentos radioativos, o pouco conhecimento da grande maioria da população sobre as causas, incidências e prevenções das enfermidades transmitidas por alimentos e as ações negativas promovidas por grupos ativistas.

As agências reguladoras (Food and Drug Administration, Food and Agriculture Organization, Organização Mundial de Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária) assim como diversos trabalhos científicos (Goularte *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2004; Niemira, 2003a; Niemira *et al.*, 2003b; Rajkowski *et al.*, 2003; Tshako, 2005) aprovam e comprovam a eficiência desta tecnologia, mesmo assim, o mercado de alimentos irradiados ainda não atingiu o nível desejado devido à falta de informações aos consumidores.

Segundo Bruhn (1995), é extremamente importante que estas informações não se limitem somente à segurança do produto, mas também aos impactos econômicos, éticos e ambientais acarretados por essa tecnologia.

3.4.2 Efeitos da radiação nos alimentos

A dose de radiação a ser empregada no alimento é determinada pelo efeito desejado: altas doses (maiores de 10 kGy) são destinadas para a esterilização de alimentos; doses médias (de 1 a 10 kGy) exercem um efeito de pasteurização aumentando a vida de prateleira; e baixas doses (menores de 1 kGy), controlam efetivamente a infestação por parasitas e insetos, e diminuem o processo de

senescência na maioria das frutas frescas e o brotamento de vegetais (Andrews *et al.*, 1998).

Alterações na textura devido à quebra de carboidratos são um dos principais determinantes da dose dada na irradiação de frutas e vegetais. Com a degradação dos carboidratos como a celulose, pectina e amido leva ao amolecimento que geralmente não é desejado, levando ao enfraquecimento das paredes celulares reduzindo o turgor, podendo ainda liberar enzimas endógenas e torná-los mais susceptíveis ao ataque enzimático (Kilcast, 1991).

Os alimentos em geral, contêm alguns componentes – chaves que, embora presentes em concentrações muito baixas regulem o sabor, aspecto e valor nutritivo, podem ser muito sensíveis a radiação e, se a dose for alta, modificam o sabor, odor e cor desses alimentos (Villavicencio, 1998; Delincée, 1998).

Neste caso, Elias (1989) alerta que é possível a ocorrência de reações químicas quando a técnica de irradiação é mal empregada, porém, estas reações estarão diretamente relacionadas a dose aplicada e quantidade de água do alimento e do meio gasoso ao qual o alimento será exposto.

Sendo a água o principal componente dos alimentos tem-se grande interesse sobre os efeitos da radiação sobre esta molécula. A radiólise da água é a modificação estrutural da molécula de água causada pela radiação ionizante. Esta pode levar as moléculas de H_2O a um estado muito excitado ou então propiciar a formação de radicais do tipo H_3O^+ , H_2O^+ e H_2O^- , os quais, por serem instáveis podem levar à formação de radicais livres do tipo H e OH que se caracterizam por serem muito reativos e não possuem carga elétrica. Em virtude disso eles podem interferir com o metabolismo das proteínas, dos lipídios e carboidratos (Diehl, 1995).

A temperatura, a presença ou ausência de oxigênio e o estado físico do alimento em que o processo de irradiação é realizado, pode alterar diretamente os resultados. Quando o alimento está congelado, os produtos da radiólise da água são impedidos de reagir com o substrato, pois a água no seu estado sólido

impede a difusão dos radicais livres. Embalagens com atmosfera modificada influenciam na natureza destes produtos radiolíticos formados, porque a presença de oxigênio gera produção de radicais superóxidos. Nos alimentos desidratados, a baixa atividade de água impede a mobilidade dos radicais livres formados pela radiólise (Diehl, 1995).

3.5 Contaminação em alimentos

Há um crescente interesse por parte das indústrias e pesquisadores em desenvolver novas tecnologias que permitam um prolongamento da vida útil de produtos alimentícios. Frutas, vegetais têm sido associados à ocorrência de surtos de doenças nos consumidores desses produtos, sendo necessário padrões higiênicos satisfatórios para a promoção e manutenção da saúde (Oliveira *et al.*, 2003). Quando o alimento apresenta más condições higiênico-sanitárias, muitos microrganismos patogênicos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, podem contaminar este, tornando um risco a saúde do consumidor (Forsythe, 2002).

Alimentos facilmente contaminados com microrganismos através da temperatura, da pressão, manipulação e processamento são capazes de se infiltrar em rachaduras, fendas e espaços intercelulares de sementes e produtos. Após a contaminação, o alimento serve como meio para o crescimento, podendo mudar as características físicas e químicas desse alimento, causando sua deterioração (Luiz, 2008; Pelczar *et al.*, 1996).

Sommers e Boyd (2006) estudando amostras de frango, frutas e vegetais inoculadas com *Salmonella* ssp. e *E. coli*, observaram que a dose de radiação gama foi suficiente para reduzir 90% da contaminação. A aplicação da técnica de irradiação para controle microbiológico nos alimentos é uma alternativa eficiente para garantir sua qualidade. Diversos estudos comprovaram que a combinação de irradiação com o processo de higiene e sanificação, são satisfatórios para aumentar a segurança microbiológica e o tempo de vida útil do alimento. Nesses

casos, a dose aplicada deve ser baixa para evitar alterações sensoriais do produto (Araújo, 2008).

3.6 Análise sensorial

Análise sensorial é considerada uma das principais técnicas quando se deseja saber as qualidades organolépticas dos alimentos. O provador utilizando os sentidos avalia as características do alimento e passa a traduzir a voz do consumidor (Moraes, 2000). As estratégias de marketing, demonstrando que alguns alimentos produzidos organicamente são mais nutritivos, saborosos que os convencionais estão influenciando alguns consumidores. Os orgânicos além de serem livres de resíduos, possuem maior longevidade e melhores características sensoriais, por conterem mais açúcares e ácidos orgânicos; alto valor nutricional e teor de matéria seca e, por consequência, terão menos água livre no alimento, evitando a proliferação de microrganismos que podem deteriorar as frutas (Cerveira e Castro, 2000; Souza, 2006).

Devem ser considerados atributos físicos e sensoriais para determinar a qualidade de um alimento, evitando tomar de base uma característica individual. Características físicas como massa, tamanho e coloração influenciam a aceitabilidade da fruta pelo consumidor, ao passo que as características intrínsecas, como doçura e acidez, entre outros, perfazem as características organolépticas (sensoriais), importantes tanto na industrialização quanto no consumo das frutas in natura (Czelusniak *et al.*, 2003).

A vantagem de se utilizar a radiação em análises sensoriais está a não formação de resíduos, a menor perda nutricional e a pouca alteração no sabor dos alimentos. A possibilidade de que os frutos sejam colhidos com maturação mais avançada, quando todas suas características de sabor e aparência externa estejam completamente desenvolvidas é outra vantagem. A possibilidade dos frutos serem irradiados embalados evita a contaminação após o processamento. Este tipo de estudo, radiação ionizante associado com análise sensorial é escasso, tornando-se necessárias futuras descobertas (Gomez *et al.*, 1999).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Amostras

Foram analisadas uvas da variedade Benitaka e uvas passas (escuras). As amostras foram obtidas no comércio varejista da cidade de São Paulo no meses de junho – agosto/2010.

4.2 Irradiação

As irradiações foram feitas no irradiador Multipropósito de ^{60}Co (FIG. 6) instalado no Centro de Tecnologia das Radiações (CTR-IPEN-CNEN/SP) com diferentes doses: controle; 0,5; 1; 1,5 e 2 kGy para as análises de cor, textura, sensorial, microbiológico e vida de prateleira.

Para as análises de compostos fenólicos totais e resveratrol foram irradiadas somente nas doses: controle, 1,5 e 3 kGy. As uvas foram embaladas em sacos plásticos apropriados para alimentos industrializados, submetidas a vácuo (FIG. 7) e posteriormente irradiados. Após os tratamentos as uvas passas foram mantidas em temperatura ambiente e as amostras de uva de variedade Benitaka armazenadas na temperatura de 4 °C. A taxa de dose foi de aproximadamente 3 kGy/h. Dosímetros Harwell Gammachrome YR foram utilizados para a medição da dose de radiação.

FIGURA 6 - Irradiador Multipropósito de ^{60}Co

FIGURA 7 – Amostras de uvas da variedade Benitaka e uvas passas embaladas a vácuo

4.3 Análise da Cor

Foram utilizadas bagas das uvas Benitaka e da uva passa para avaliação da cor através de um espectrofotômetro de bancada (FIG. 8) modelo *Color Quest II* (Hunter Lab) instalado no Centro de Tecnologia das Radiações (CTR-IPEN-CNEN/SP). Foram adotados os parâmetros L (0 = preto e 100 branco) define a luminosidade; a (negativo = verde e positivo = vermelho) e b (negativo = azul e positivo = amarelo) responsáveis pela cromaticidade. A metodologia utilizada foi de acordo com a recomendação do fabricante do equipamento. As leituras foram

realizadas em amostras escolhidas aleatoriamente com 15 replicatas de cada tratamento.

FIGURA 8 - Espectrofotômetro de bancada

4.4 Análise de Textura

A textura foi analisada pelo Texturômetro TA – XT2 da marca Stable Micro Systems, operando com Software Texture Expert (FIG. 9), com modo e operação de força de medida (N) e compressão, ensaio: “Return to Star”, com velocidade de teste de 1mm/s.

Para as amostras de uvas passas utilizou-se um probe (corpo de prova) modelo P/2N agulha de aço inox com espessura de 2 mm, onde aplicou-se no centro do alimento e para as uvas da variedade Benitaka o probe utilizado foi cilíndrico de aço inoxidável com diâmetro de 6mm modelo P/2N (FIG. 10).

As amostras foram colocadas sob a bancada do aparelho nas temperaturas em que se apresentavam e com o probe, realizadas três penetrações na parte central, em partes diferentes do fruto. A profundidade de cada penetração foi de 12 mm com uma velocidade de 1 mm/s. Foram utilizadas 10 amostras de cada tratamento.

FIGURA 9 – Texturômetro TA – XT2, utilizada para análise de textura em alimentos.

FIGURA 10 – Amostra de uva passa (A); amostra de uva da variedade Benitaka (B).

4.5 Determinação de sólidos solúveis por refratometria e pH.

A medida do °Brix (FIG.11) (modelo refratômetro Abbe de Bancada) foi corrigida para a temperatura de 18 °C e pela acidez titulável conforme descrito em INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Como as uvas da ponta do cacho amadurecem cedo, é recomendado pegar 3 bagas de cada região e com ajuda do mixer triturar assim realizando a leitura. Já para amostras de uva passas foi pesado 25g da amostra, triturada e adicionada 100 ml de água destilada.

As leituras de pH (FIG. 12) foram realizadas utilizando-se pHmetro digital (Analyser mod. 300) conforme descrito em INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985). O resultado desta análise está interpretada junto com a perda de massa.

FIGURA 11 – Aparelho refratômetro

FIGURA 12 – Aparelho pHmetro digital

4.6 Análise Microbiológica

4.6.1 Preparo da diluição decimal seriada

Determinou-se o Número Mais Provável de coliformes totais (NMP.g⁻¹) e pesquisa de *Salmonella* spp para as uvas da variedade Benitaka e uvas passas durante nos intervalos de 0, 7, 14 e 21 dias nos diferentes tratamentos. Estas análises foram realizadas na Faculdade de Veterinária/ USP, no setor de alimentos.

4.6.2 Determinação do Número Mais Provável de coliformes totais e fecais

Foram pesados aproximadamente 25g das amostras, adicionado 225 mL de água peptonada (Merck). As amostras foram homogeneizadas em *Stomacher* (Seward) por 30 segundos na velocidade alta. Em seguida, foram feitas diluições de 10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³ com água peptonada 0,1% nos tubos de ensaio contendo caldo verde brilhante bile 2% lactose e levadas para estufa D.B.O. (marca eletrolab) nos intervalos de 24 e 48h a 35-37 °C. A presença de coliformes totais é confirmada pela formação de gás (mínimo 1/10 do volume total do tubo de Durhan) ou efervescência quando agitado gentilmente.

4.6.3 Pesquisa de *Salmonella* spp

Uma porção de 25g das amostras foi inoculada em 225 mL de água peptonada tamponada 1% (Merck), homogeneizadas em *Stomacher* (Seward) por 30 segundos na velocidade alta e incubada a 35-37 °C no intervalo de tempo de 16 a 20h. Após a incubação foi transferido 0,1 mL para caldo Rappaport (Merck) e 1 mL caldo Selenito Sistina (Merck) incubado a 41 -43 °C em banho Maria. Após a incubação foi repicado em Agar Ramback (Difco) e Agar verde brilhante (Difco) e incubados a 35- 37 °C por 24h. A confirmação se deu por colônias rosa violeta no meio Agar Ramback e rosadas translúcidas no meio Agar bile verde brilhante. Foram isoladas de 2 a 4 colônias e aplicadas pelas provas bioquímicas em Agar TSI (Difco) e sorologia com soros polivalentes “O” e “H” (Probac do Brasil). Esta ultima etapa não foi realizada devido aos resultados negativos das amostras.

4.7 Determinação dos teores de compostos fenólicos totais

As amostras foram nitrogenadas e trituradas para facilitar a obtenção do extrato. Foi pesado 1 g de cada amostra e homogeneizados com 20 mL de uma solução contendo metanol (66,66%); ácido acético (4,76%) e água (28,57%) durante um período de 2 h. Após a homogeneização a solução foi filtrada.

Os compostos fenólicos totais foram determinados seguindo a metodologia descrita por Swain e Hills (1959) com modificações. Após o preparo da amostra (filtrado final), foram utilizados 250 µL diluídos 1:20, adicionado 250 µL de reagente *Folin Ciocalteau* e 250 µL de solução saturada de NaCO₃. Decorrido 30 minutos, em banho Maria a 37 °C, foram realizadas as leituras das absorbâncias em espectrofotômetro (FIG. 13) a 750 nm (modelo USTROSPEC 2000 - Amersham Biocieces, Cambridge, Reino Unido).

FIGURA 13 – Aparelho espectrofotômetro

Utilizou-se como padrão a catequina (FIG.14), o qual foi utilizado nas concentrações 0, 25, 50, 100, 150 e 200. Os resultados foram expressos em mg de catequina/100g de amostra.

FIGURA 14 – Curva padrão de catequina

4.8 Vida de Prateleira

As amostras com as uvas da variedade Benitaka e uvas passas foram embaladas a vácuo e após irradiação pesadas (massa inicial) e em períodos pré-determinados (0, 7, 14 e 21 dias) em balança semi-analítica. A perda da massa foi

calculada em porcentagem da massa inicial e realizado as médias. O fim da vida-de-prateleira foi determinado quando o fruto apresentava sinais aparentes de deterioração microbiológica.

4.9 Determinação de Resveratrol

4.9.1 Remoção de interferentes das amostras por meio da técnica SPE (*Solid Phase Extraction*).

Essa técnica é utilizada para eliminar interferentes de amostras complexas, como açúcares. É um método rápido, eficaz e utiliza pouca amostra e solvente.

Para realizar esta análise, foram utilizadas somente as dose controle; 1,5 e 3 kGy. Inicialmente as amostras foram liofilizadas (FIG.15) e posteriormente moídas em um mini processador. Adicionou-se 10 ml de etanol 80% e após esse procedimento as amostras ficaram 15 min no ultrason, e então, foram filtradas e transferidas para vidros âmbar.

FIGURA 15 – Amostras de uva da variedade Benitaka (A) e de uva passa (B) após processo de liofilização

O conteúdo foi evaporado em rotaevaporador a 45 °C para eliminação do solvente orgânico, rediluídos com água até o volume original, e, em seguida acidificados até o pH 2. Antes das amostras serem aplicadas nos cartuchos de SPE-LC18 (Supelco, 2 gramas), foi adicionado nestes metanol e água ácida (pH 2). Foram condicionados 7 mL dos extratos aos cartuchos, os quais foram lavados com 15 mL de água ácida. Após esta fase, os compostos foram eluídos com

metanol 100% e a fração coletada em *vial* silanizado. Em seguida evaporada com corrente de nitrogênio, para na sequência ser derivatizada (Melo, 2010).

4.9.2 Derivatização

Para a realização da análise pela técnica de cromatografia gasosa acoplada com espectrometria de massas (CG-EM), é necessário que as amostras passem por este processo de derivatização onde irá transformar as substâncias de interesse em derivados com características adequadas. Esse processo facilita a leitura em cromatografia gasosa que analisa gases, substâncias voláteis e termicamente estável e quando a amostra não apresenta este perfil é necessário passar por derivatização (Melo, 2010).

Nas frações obtidas após SPE adicionou-se 100 µL do reagente derivatizante N-metil-N-(trimetilsilil)-trifluoracetamida (MSTFA). A mistura foi homogeneizada e levada em estufa a 70 °C durante 10 minutos. Em seguida o reagente foi evaporado sob fluxo nitrogênio e o produto da derivatização foi rediluído em hexano (600 a 800 µL). Após homogeneização, o sobrenadante foi transferido a outro *vial* para injeção em CG-EM.

4.9.3 Cromatografia gasosa com espectrometria de massa (CG-EM)

As análises por CG-EM dos extratos foram conduzidas em cromatógrafo gasoso Shimadzu GC 2010 acoplado ao espectrômetro de massas Shimadzu QP 2010 *Plus* (FIG. 16).

FIGURA 16 – Aparelho Cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas

As amostras foram separadas em coluna capilar (RTX5MS 30m x 0,25mm x 0,25 μ m). A programação ocorreu da seguinte forma:

- Início da temperatura em 80 °C (1 minuto),
- Taxa de aquecimento de 20 °C/minuto alcançando 250 °C (1 minuto), passou a 300° C (5 minutos) a taxa de 6 °C/minuto, a 310 °C (5 minutos) a taxa de 15 °C/minuto, a 320 °C (10 minutos) a taxa de 20 °C/minutos) totalizando 40 minutos de análise.
- O gás utilizado para o arraste foi o Hélio.
- A temperatura do injetor foi de 280 °C;
- Volume de injeção foi de 0,5 μ L no modo “*splitless*”.
- A interface foi mantida a 280 °C
- Detector operou em modo “*sim*” (m/z 444)
- A integração foi realizada por meio do *software* LabSolutions – GCMS

A presença de resveratrol foi identificada por comparação com um padrão (FIG. 17) silanizados e eluídos nas mesmas condições do CG-EM e com a biblioteca Wiley 8.

FIGURA 17 – Perfil Cromatográfico padrão de resveratrol, tempo de retenção: 15,75min.

4.10 Análise Sensorial

A avaliação sensorial de aceitação dos frutos segundo normas da ABNT – NBR 12806 (1993) foi realizada após 3 dias da irradiação e encaminhada para o Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Saúde Pública/USP, em cabines individuais, própria para a prática de análise.

Foram selecionados 30 provadores (funcionários e estudantes) não treinados e orientados para realizar uma avaliação global (cor, sabor, textura, aparência). Para as amostras de uva *Benitaka* cada provador recebeu uma baga de cada tratamento (± 15 g). Já para as amostras de uva passas, os provadores receberam 3 passas (± 2 g) de cada tratamento, onde também se encontravam dispostos em copos descartáveis codificados com 3 dígitos.

Empregou-se escala hedônica não estruturada de 9 centímetros, ancoradas nos extremos com os termos “desgostei muitíssimo” e “gostei

multíssimo” com um campo apropriado para possíveis comentários dos julgadores (FIG. 18 e 19).

Você esta recebendo amostras codificadas de uva “in natura”. Por favor, avalie o quanto você gostou ou desgostou da mesma utilizando a escala abaixo:	
<div>9. Gostei muitíssimo 8. Gostei muito 7. Gostei levemente 6. Indiferente 5. Nem gostei/nem desgostei 4. Desgostei levemente 3. Desgostei moderadamente 2. Desgostei muito 1. Desgostei muitíssimo</div>	
Nº da amostra: _____	Valor: _____
Comentários	

FIGURA 18 – Ficha de avaliação sensorial para as amostras de uva de variedade Benitaka

Você esta recebendo amostras codificadas de uvas passas. Por favor, avalie o quanto você gostou ou desgostou da mesma utilizando a escala abaixo:	
<div>9. Gostei muitíssimo 8. Gostei muito 7. Gostei levemente 6. Indiferente 5. Nem gostei/nem desgostei 4. Desgostei levemente 3. Desgostei moderadamente 2. Desgostei muito 1. Desgostei muitíssimo</div>	
Nº da amostra: _____	Valor: _____
Comentários	

FIGURA 19 – Ficha de avaliação sensorial para as amostras de uvas passas

4.10.1 Aspectos éticos.

Este trabalho foi submetido ao comitê de ética e pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, sendo aprovado em 13 de novembro de 2009.

4.11 Análise estatística

Os resultados da análise sensorial foram tratados estatisticamente por meio da Análise de Variância (ANOVA) e da aplicação do teste de Tukey a 5%, por meio do programa estatístico *Fizz* e os restantes das análises pelo programa *BioEstat 5.0* (exceto de resveratrol).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise de Cor

Os parâmetros utilizados neste estudo fornecem três coordenadas ($L^*a^*b^*$) que permitem determinar o grau de cor das amostras em questão. Os resultados estão expressos nas TAB. 4 e 5.

TABELA 4 – Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” utilizados na análise de cor das amostras de uva da variedade Benitaka

Dia	L				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0	19,20 ^{aA}	19,19 ^{aA}	19,18 ^{aA}	19,22 ^{aA}	18,92 ^{aA}
7	19,50 ^{aA}	19,36 ^{aA}	19,20 ^{aA}	19,40 ^{aA}	18,64 ^{aA}
14	19,39 ^{aA}	19,38 ^{aA}	19,52 ^{aA}	19,39 ^{aA}	18,79 ^{aA}
21	19,42 ^{aA}	19,19 ^{aA}	19,18 ^{aA}	19,22 ^{aA}	18,52 ^{aA}
Dia	a				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0	4,27 ^{aA}	4,32 ^{aA}	4,16 ^{aA}	4,20 ^{aA}	3,98 ^{aA}
7	4,60 ^{aA}	4,39 ^{aA}	4,81 ^{aA}	4,77 ^{aA}	3,39 ^{aA}
14	4,85 ^{aA}	4,43 ^{aA}	4,16 ^{aA}	4,93 ^{aA}	3,76 ^{aA}
21	4,52 ^{aA}	4,32 ^{aA}	4,46 ^{aA}	4,50 ^{aA}	3,68 ^{aA}
Dia	b				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0	0,88 ^{aA}	0,82 ^{aA}	0,93 ^{aA}	0,24 ^{aA}	0,72 ^{aA}
7	0,43 ^{aA}	0,52 ^{aA}	0,36 ^{aA}	0,24 ^{aA}	0,70 ^{aA}
14	0,87 ^{aA}	0,67 ^{aA}	0,48 ^{aA}	0,20 ^{aA}	0,79 ^{aA}
21	0,97 ^{aA}	0,82 ^{aA}	0,53 ^{aA}	0,24 ^{aA}	0,77 ^{aA}

Médias de tratamento seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 5 – Valores referentes aos parâmetros “L”, “a” e “b” utilizados na análise de cor das amostras de uvas passas

Dia	L				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0	15,89 ^{aA}	16,72 ^{aA}	15,22 ^{aA}	15,39 ^{aA}	16,54 ^{aA}
7	15,72 ^{aA}	16,70 ^{aA}	15,98 ^{aA}	15,04 ^{aA}	15,28 ^{aA}
14	15,13 ^{aA}	15,30 ^{aA}	15,68 ^{aA}	16,93 ^{aA}	15,29 ^{aA}
21	15,71 ^{aA}	15,45 ^{aA}	16,04 ^{aA}	15,67 ^{aA}	15,15 ^{aA}

Dia	a				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0	2,33 ^{aA}	2,24 ^{aA}	2,72 ^{aA}	2,53 ^{aA}	2,70 ^{aA}
7	2,89 ^{aA}	3,32 ^{aA}	3,39 ^{aA}	2,84 ^{aA}	3,25 ^{aA}
14	3,40 ^{aA}	3,02 ^{aA}	3,35 ^{aA}	3,76 ^{aA}	3,63 ^{aA}
21	3,70 ^{aA}	3,24 ^{aA}	3,52 ^{aA}	3,98 ^{aA}	3,75 ^{aA}

Dia	b				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0	1,79 ^{aA}	1,55 ^{aA}	1,15 ^{aA}	1,20 ^{aA}	1,34 ^{aA}
7	1,89 ^{aA}	1,15 ^{aA}	1,23 ^{aA}	1,89 ^{aA}	1,09 ^{aA}
14	1,17 ^{aA}	1,02 ^{aA}	1,16 ^{aA}	1,33 ^{aA}	1,32 ^{aA}
21	1,30 ^{aA}	1,15 ^{aA}	1,33 ^{aA}	1,55 ^{aA}	1,55 ^{aA}

Médias de tratamento seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Considerando os resultados da TAB. 4, pode-se notar que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os parâmetros “L”, “a” e “b” entre as amostras de uvas da variedade Benitaka.

Verificou-se que mesmo não apresentando um valor de significativo a dose de 2 kGy demonstrou uma variação mínima em comparação ao restante dos tratamentos que obtiveram uma estabilidade de valores dos pigmentos, sugerindo uma ação nula ou imperceptível decorrente da radiação.

Segundo a literatura, existem três fases da síntese de pigmentos (provocados pelas antocianinas) na casca da uva. Primeiro ocorre um aumento, após a biossíntese é reduzida, podendo haver uma estabilização ou diminuição. Então, algumas variedades podem apresentar um novo aumento na última fase, próximo do final da maturação.

É importante salientar que a intensidade da coloração depende de cada variedade, podendo ser influenciada por fatores ambientais sendo que a luz estimula a síntese de antocianinas, porém temperaturas acima de 30 °C tendem a inibi-la completamente e em algumas situações o processo é irreversível. Ao realizar as análises as amostras se encontravam em temperatura ambiente (20 °C) e na ocasião a estação do ano era inverno.

Silva (2007) ao verificar os resultados da cor da casca de banana nanica, também notou que não houve grandes variações entre os tratamentos, exceto no último período de leitura pela grande quantidade de manchas escuras na casca devido à maturação do fruto.

Resultados encontrados por Drake (1999), para peras e maçãs tratadas com dose acima de 0,9 kGy, não apresentaram diferenças significativas assim como mamões papaias tratados com 1,5 kGy e melões tratados com doses de 1 e 1,5 kGy (Castell-Perez *et al.*, 2004).

Analisando os resultados das amostras de uvas passas, os valores não diferem entre os tratamentos e durante os 21 dias. Isto poderia ser explicado pelo fato da fruta conter uma grande quantidade de açúcar. Moura *et al.*, (2007), obteve resultados com maçãs passas para o parâmetro “L” baixo provocando um escurecimento na fruta. Essas mudanças, principalmente, no parâmetro da luminosidade podem ser explicadas justamente pela absorção de açúcares durante a desidratação, bem como pelo efeito da temperatura que favorece processos de escurecimento, como o escurecimento enzimático, a reação de Maillard e a caramelização (Sousa, 2003). Em trabalhos realizados, com mangas desidratadas, Reis (2002), relata que o parâmetro “L” e “b” foram mais intensos. Resultados similares foram encontrados com mangas desidratadas por Matim (2006).

5.2 Análise de textura

Atributo textural indica a consistência dos frutos. A firmeza da polpa dos frutos medida pelo teste de penetração permite distinguir os distintos estados de

maturação Foi avaliada a força máxima de penetração (N) dos frutos durante o período do ensaio de conservação. Os valores se encontram nas TAB. 6 e 7.

TABELA 6 – Resultado da resistência à penetração na uva passa. Média de resultados expressos em N.

Período de conservação	Tratamentos				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0 dia	0,21 ^{aA}	0,27 ^{aA}	0,29 ^{aA}	0,21 ^{aA}	0,29 ^{aA}
7 dias	0,65 ^{aA}	0,30 ^{aA}	0,23 ^{aA}	0,27 ^{aA}	0,40 ^{aA}
14 dias	0,85 ^{aA}	0,29 ^{aA}	0,79 ^{aA}	0,36 ^{aA}	0,41 ^{aA}
21 dias	0,82 ^{aA}	0,29 ^{aA}	0,79 ^{aA}	0,32 ^{aA}	0,55 ^{aA}

Médias dos tratamentos se apresentaram todas iguais.

TABELA 7 – Resultado da resistência à penetração na uva de variedade Benitaka. Média de resultados expressos em N.

Período de conservação	Tratamentos				
	Controle	0,5 kGy	1 kGy	1,5 kGy	2 kGy
0 dia	0,21 ^{aA}	0,79 ^{aA}	0,84 ^{aA}	0,56 ^{aA}	0,72 ^{aA}
7 dias	0,13 ^{aA}	0,74 ^{aA}	0,74 ^{aA}	0,50 ^{aA}	0,65 ^{aA}
14 dias	0,72 ^{aA}	0,37 ^{aA}	0,65 ^{aA}	0,46 ^{aA}	0,59 ^{aA}
21 dias	0,69 ^{aA}	0,39 ^{aA}	0,64 ^{aA}	0,46 ^{aA}	0,53 ^{aA}

Médias dos tratamentos se apresentaram todas iguais.

Nas amostras de uvas passas foi possível observar que com o passar dos dias sua textura se encontrava em média mais resistente apesar dos resultados não apresentarem diferença significância de 5%. A quantidade de açúcar pode ter interferido neste aspecto, ocorrendo cristalizações, resultado que coincide com as respostas fornecidas pelos provadores em relação ao sensorial: “as amostras se apresentavam iguais, porém algumas com aspecto arenoso”, podendo se referir à cristalização da fruta.

Segundo Maxie *et al.* (1971), a mais significativa mudança química nos frutos irradiados é a quebra irreversível da celulose, hemicelulose e pectina das paredes celulares. Porém, neste estudo, as uvas da variedade Benitaka tratadas com a dose de 1,5 kGy apresentou uma estabilidade de firmeza ao longo do período de conservação em relação aos outros tratamentos.

A irradiação pode afetar a firmeza dos produtos através do seu efeito nas membranas e paredes celulares como foi dito. O amolecimento dos frutos está associado ao aumento da pectina solúvel em água e à diminuição do conteúdo do oxalato de pectina solúvel (Willmot *et al.*, 1996 e Gunes *et al.*, 2001).

Segundo Trigo *et al.*, (2007) os valores das amostras de melão não irradiado foram significativamente superiores aos das amostras irradiadas, observando-se que a dose de radiação influenciou negativamente a textura. Resultado semelhante obteve Boynton (2004), em que as amostras do controle apresentaram valores significativamente superiores em relação às amostras irradiadas. Este autor observou também um decréscimo da textura ao longo do tempo de conservação, o que está de acordo com os resultados observados neste trabalho nos tratamentos controle; 0,5; 1 e 2 kGy.

5.3 Vida de Prateleira

Objetivo desta análise foram a determinação do tempo de conservação da uva Benitaka e uva passa após os tratamentos de irradiação. A análise visual das amostras encontra-se descritas nas FIG. 20 a 27.

0 dia

FIGURA 20 – Uva da variedade Benitaka com 0 dia após irradiação

7 dias

FIGURA 21 – Uva da variedade Benitaka com 7 dias após irradiação

14 dias

FIGURA 22 – Uva da variedade Benitaka com 14 dias após irradiação

21 dias

FIGURA 23 – Uva da variedade Benitaka com 21 dias após irradiação

0 dia

Controle

0.5 kGv

1 kGy

1,5 kGy

2 kGv

FIGURA 24 – Uvas passas com 0 dia após irradiação

7 dias

Controle

0,5 kGy

1 kGy

1,5 kGy

2 kGy

FIGURA 25 – Uvas passas com 7 dias após irradiação

14 dias

Controle

0,5 kGy

1 kGy

1,5 kGy

2 kGy

FIGURA 26 – Uvas passas com 14 dias após irradiação

21 dias

Controle

0,5 kGy

1 kGy

1,5 kGy

2 kGy

FIGURA 27 – Uvas passas com 21 dias após irradiação

Nas TAB. 8 e 9, se encontram os resultados de uva e uva passas quanto a perda de peso, °Brix e pH ao longo dos 21 dias.

TABELA 8 – Valores das médias obtidas em uvas passas entre 0 a 21 dias após os diferentes tratamentos (peso inicial das amostras 60g).

Tratamentos	Peso (g)	Brix	pH
Controle	59.47 ^a	14.0 ^a	3.74 ^a
0,5 kGy	59.50 ^a	14.5 ^a	3.55 ^a
1,0 kGy	59.62 ^a	14.5 ^a	3.54 ^a
1,5 kGy	59.64 ^a	14.0 ^a	3.50 ^a
2,0 kGy	59.74 ^a	14.25 ^a	3.55 ^a

Médias dos tratamentos se apresentaram todas iguais.

TABELA 9 – Valores das médias obtidas em uvas da variedade Benitaka entre 0 a 21 dias após os diferentes tratamentos (peso inicial das amostras 300g).

Tratamentos	Peso (g)	Brix	pH
Controle	298.28 ^a	13.50 ^a	3.21 ^a
0,5 kGy	294.54 ^a	13.75 ^a	3.94 ^a
1,0 kGy	290.01 ^a	13.25 ^a	3.89 ^a
1,5 kGy	298.36 ^a	13.50 ^a	3.82 ^a
2,0 kGy	294.17 ^a	13.25 ^a	3.77 ^a

Médias dos tratamentos se apresentaram todas iguais.

De acordo com os resultados obtidos em relação à perda de massa, °Brix e pH ao longo de 21 dias, observou-se que não houve diferença significativa em nível de 5% após o tratamento com radiação nos testes realizados em uva passa e uva da variedade Benitaka. Somente no tratamento controle (FIG. 23) as uvas da variedade Benitaka apresentaram lesões nas películas, devido a evolução da maturação onde os tecidos tendem a perder a firmeza. Neste caso, estas lesões podem ser ocasionadas por mudanças nas paredes celulares das bagas ou pela perda de água, isto depende da temperatura e umidade do ar em que são submetidas as bagas.

Os valores encontrados para °Brix estão dentro da faixa adequada para comercialização que de acordo com Barros *et al* (1995), o teor mínimo de sólidos solúveis deve ser de 14 a 17,5 °Brix e o pH por volta de 3,5 a 4 dependendo do cultivar. Os valores médios de pH encontrados variaram de 3,55 a 3,74 conforme apresentados na TAB. 9, indicando que a uva é uma fruta ácida e mesmo tratadas com radiação este valor não se alterou.

O tempo de prateleira dos morangos, cerejas, mirtilos e amoras podem ser prolongadas com doses baixas de radiação. Os mirtilos, por exemplo, irradiados com 0,25; 0,5 e 0,75 kGy podem ser armazenados a 1 °C onde teve um aumento acima 7 dias (Yamashita *et al.*, 1997).

Os valores de perda de massa obtidos foram inferiores aos citados por Kluge (2002), que considera que as uvas podem perder até 1,20% de água, sem que haja piora na aparência e comprometimento das características organolépticas. Logo, pode-se dizer que houve perda da qualidade visual das bagas (murchamento).

Se for levado em consideração a aparência das amostras, assim como foi feito por Scalon *et al.* (2002), é possível verificar que as amostras irradiadas têm uma boa aparência e coloração ao final dos 21 dias. Porém, no momento em que é feito uma leve pressão com os dedos ao longo de toda a área das bagas, é possível perceber que há áreas de textura diferente, caracterizando o início de lesões de apodrecimento (mole), além de apresentar odor característico a ranço, portanto inadequadas ao consumo. Nas amostras de uvas passas já ocorreu ao contrario, se apresentavam bem firmes.

5.4 Análise microbiológica

A dose de radiação necessária para controlar microrganismos em alimentos depende de diversos fatores, como a resistência particular de cada espécie e seu grau de contaminação (Farkas, 2006).

A determinação do número mais provável de coliformes totais, coliformes fecais a 45 °C e a análise da presença de *Salmonella* spp mostram que as amostras de uva Benitaka e uvas passa está dentro da legislação vigente para a venda no comercio.

De acordo com o atual Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, aprovado pelo Decreto nº 3029, RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001, pela ANVISA/MS, exige para frutas frescas *in natura* e frutas secas, para consumo direto: *Salmonella* spp: ausência em 25g de amostra, Coliformes a 45 °C: até $5,0 \times 10^2$ NMP/g visando a preservação da saúde pública (Brasil, 2001).

Os resultados expressos nas TAB. 10 e 11 mostram que durante as quatro semanas de análise, não apresentaram *Salmonella* em 25g do produto. Ainda, pela metodologia utilizada para a estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes totais e *E. coli*, todas as amostras apresentaram os valores menores de 10 NMP/g estando de acordo com as normas solicitadas.

TABELA 10 – Resultado da uva de variedade Benitaka: coliformes totais, fecais e *Salmonella*, analisadas durante 21 dias.

Tratamento	Coliformes totais (NMP/ g)	Coliformes fecais (NMP/ g)	<i>Salmonella ssp</i> (em 25g)
Controle	< 3	< 3	Ausente
0,5 kGy	< 3	< 3	Ausente
1 kGy	< 3	< 3	Ausente
1 kGy	< 3	< 3	Ausente
2 kGy	< 3	< 3	Ausente

TABELA 11 – Resultado das uvas passas: coliformes totais, fecais e *Salmonella*, analisadas durante 21 dias.

Tratamento	Coliformes totais (NMP/ g)	Coliformes fecais (NMP/ g)	<i>Salmonella ssp</i> (em 25g)
Controle	< 3	< 3	Ausente
0,5 kGy	< 3	< 3	Ausente
1 kGy	< 3	< 3	Ausente
1kGy	< 3	< 3	Ausente
2 kGy	< 3	< 3	Ausente

Diversos fatores aumentam a sensibilidade dos microrganismos, principalmente a presença do oxigênio e o alto teor de água de um alimento. Estes fatores aumentam o efeito indireto da radiação, ocasionando a radiólise da água, formando assim, radicais livres promovendo alterações letais nos seres vivos (Araújo, 2008).

Hortaliças e frutas são hospedeiras de uma microflora bastante diversificada, que normalmente não inclui os tipos patogênicos ao homem. Em geral, estes produtos, quando intactos, são seguros para o consumo, pois sua casca superficial constitui uma barreira física e química eficaz contra a maioria dos microrganismos (Cantwell, 2000).

As frutas apresentam maiores quantidade de açúcar e um pH mais ácido (por exemplo 4,6 ou menos), o que desfavorece o crescimento de bactérias que não sejam as lácticas (Porte e Maia, 2001).

Para entender melhor os resultados obtidos nesta análise, foi medido a atividade de água (Aa) das amostras através do aparelho Analyzer Aqualab modelo CX3 (FIG. 28) e expressos na TAB. 12.

FIGURA 28 – Medidor de atividade de água

TABELA 12 – Níveis de atividade de água (Aa)

Tratamento	Valor de Aa em uva Benitaka	Valor de Aa em uva passa
Controle	0,927	0,627
0,5 kGy	0,914	0,641
1 kGy	0,967	0,605
1,5 kGy	0,933	0,605
2 kGy	0,956	0,620

A determinação da atividade de água de um produto é essencial para a sua qualidade, preservação e tempo de vida. No tocante ao seu valor econômico, um produto com atividade de água estabelecida pode ter maior rendimento, melhor preservação e tempo de vida determinado com maior rigor. Os principais fatores responsáveis pelo crescimento de microrganismos em frutas estão relacionados com atividades de água superiores a 0,82, por isso, é possível afirmar que as uvas desidratadas poderão ser conservadas por períodos prolongados sem que haja deterioração por microrganismos (Oliveira *et al.*, 2003).

Os valores para o crescimento de *E. coli* é de 0,935 e para *Salmonella spp* é de 0,940, no caso da uva passa foi de 0,627 e na uva da variedade Benitaka 0,932. Os alimentos com atividade de água inferior a 0,600 estão assegurados quanto a contaminação microbiana, o que dificultou o crescimento bacteriano nas amostras analisadas. A partir de 0,650 começa a ocorrer a proliferação de microrganismos específico, sendo que até 0,750, somente alguns tipos microbianos (Beuchat, 1981).

De acordo com Jay (2001), barras de cereais onde possa conter em sua composição algumas frutas secas, determinou que estes produtos têm um elevado conteúdo de proteínas e de carboidratos, sua atividade da água é tão baixa que, se armazenar convenientemente, limitam o crescimento de todos os microrganismos. Portanto, provavelmente este fator foi limitante para o não desenvolvimento de *Salmonella* spp. e o grupo coliforme.

As Boas Práticas de Produção constituem um conjunto de princípios, genericamente aceites, e que devem ser aplicados em toda processo de colheita da uva. Antes das uvas chegarem ao comercio, estas passam após a colheita por uma solução de detergente sanificante, com o objetivo de manter uma correta higienização desde o início do processo, evitando contaminações indesejadas (Embrapa, 2005). Com isso podemos verificar a ausência de microrganismos nas amostras da uva variedade de Benitaka.

5.5 Compostos fenólicos totais

Este método reduz o reagente de Folin-Ciocalteau, onde contem uma mistura de ácidos fosfomolibidico e fosfotunguistico, formando uma coloração azul intensa com absorção entre 620 e 750 nm. Esta analise permite a quantificação de compostos fenólicos, mas pode sofrer algumas alterações de componentes devido ao tipo de extrato que é realizado a analise (Ikawa *et al.*, 2003; Naczki e Shahidi, 2004). Na FIG. 29 é possível visualizar os tubos contendo concentrações crescentes de catequina.

FIGURA 29 – Tubos com concentrações de catequina para dosagem de fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais tendo a catequina como padrão equivalente apresenta maior concentração no extrato de uva passas do que os extratos de uva da variedade Benitaka. Os valores estão expressos nas TAB. 13 e 14.

TABELA 13 - Teores de fenólicos totais nos extratos de uvas passas

DOSE (kGy)	Fenólicos Totais (mg em equivalente catequina em 100g de amostra).			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Controle	564,41 ^a	549,10 ^a	545,70 ^a	537,87 ^a
1,5	591,63 ^a	583,23 ^a	517,26 ^a	505,10 ^a
3	572,10 ^a	526,80 ^a	523,12 ^a	515,71 ^a

Médias dos tratamentos se apresentaram todas iguais.

TABELA 14 – Teores de fenólicos totais nos extratos de uva da variedade Benitaka

DOSE (kGy)	Fenólicos Totais (mg em equivalente catequina em 100g de amostra).			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Controle	529,16 ^a	522,01 ^a	520,60 ^a	519,87 ^a
1,5	322,92 ^b	320,41 ^b	317,09 ^b	313,13 ^b
3	190,54 ^c	189,29 ^c	187,41 ^c	187,04 ^c

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na TAB. 14 verifica-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias da variedade de uva Benitaka, o mesmo não ocorre com as uvas passas (TAB. 13). Ao compara-se os valores de catequina no dia 0 (maior índice registrado em todas as amostras) para uvas passas e uvas da variedade Benitaka percebe-se uma elevada concentração nas uvas passas, estes valores são maiores do que nas frescas, uma vez que essas substâncias se condensam no processo de desidratação.

As análises apresentaram uma redução mínima no conteúdo de compostos fenólicos ao longo dos 21 dias. A menor redução no conteúdo de catequina foi encontrada nas amostras de uva da variedade Benitaka tratada com 3 kGy (194,54 para 187,04 mg/100g) porém, esse tratamento registrou valor muito abaixo do controle (529,16 para 519,87 mg/100g).

Chim (2008) utilizando somente o suco obtido da prensagem da polpa da fruta de amoras pretas encontrou valores parecidos (569,89 mg/100g), já conteúdo de compostos fenólicos totais quando comparado com o mirtilo cv. *Bluegem* de 952 mg/100g foi bem superior (Moyer *et al.*, 2002) e inferior quando comparado com o conteúdo na acerola de 1938 mg/100g (Lima *et al.*, 2005).

Em estudos realizados com mirtilo desidratado o teor total de fenólicos foi de 34 mg/100g, bem inferior ao encontrado nas uvas passas (Spagolla *et al.*, 2009). Segundo Vargas *et al.* (2008), ao realizar em análises com suco de uva sem adição de açúcares e na sua concentração natural, encontraram resultados

que variam entre 311,9 a 508,4, com um valor médio de 440,11 mg/L. Os resultados encontrados neste estudo para os dois tipos de amostra estão bem abaixo mas dentro dos padrões estudados para uvas.

Ao analisar a quantidade de fenólicos totais em diversas variedades de uva Abe *et al.* (2007), encontraram resultados compreendidos entre 65 e 391 mg/100g. Em estudo realizados com geléias elaboradas com diferentes variedades de frutos em baga (amora preta, framboesa, groselha vermelha e groselha negra), Plessi *et al.* (2007), verificaram resultados de fenólicos totais em média de 402, 286, 333 e 737mg/100g respectivamente.

Os compostos fenólicos, presentes nas uvas, são um dos principais responsáveis pela atividade antioxidante. Seu conteúdo final pode estar influenciado por fatores como: maturação, variedade, praticas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento (Kim, 2003).

Quando os cachos amadurecem, o decréscimo do teor de fenólicos se dilui pelo aumento relativamente da baga, podendo mascarar o incremento e a provável síntese destas substâncias. Os resultados obtidos neste estudo sugerem que as amostras tratadas com radiação possam ter interferido nos processos que envolvem a atividade antioxidante dos compostos fenólicos e o escurecimento oxidativo seriam os principais motivos para a queda de fenólicos totais. Segundo Lima e Choudhury (2007), algumas variedades de uvas são muito sensíveis ao escurecimento e têm suas propriedades sensoriais e nutricionais afetadas. Nas amostras irradiadas também foi possível verificar esta redução.

5.6 Presença de resveratrol

Os resultados com as amostras das uvas da variedade Benitaka e uva passas estão expressos nas FIG. 30 a 35, onde foi possível verificar a presença do resveratrol após irradiação.

FIGURA 30 – Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva da variedade Benitaka/ amostra controle

FIGURA 31 – Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva da variedade Benitaka/ amostra de 1,5 kGy

FIGURA 32 – Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva da variedade Benitaka/ amostra de 3 kGy

FIGURA 33 – Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva passa/ amostra controle

FIGURA 34 – Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva passa/ amostra de 1,5 kGy

FIGURA 35 – Perfil cromatográfico da fração recuperada em uva passa/ amostra de 3 kGy

Mesmo sendo uma análise qualitativa foi possível perceber a presença de resveratrol através de um calculo de área nas amostras estudadas. As amostras controle (valor percentual 3172) de uva de variedade Benitaka e as de uvas passas controle, 1,5 e 3 kGy (valor percentual 9880; 1965 e 6294 respectivamente) apresentaram picos menores quando comparadas com as amostras de 1,5 (valor percentual de 13174) e 3 kGy (valor percentual de 74879) da uva de variedade Benitaka. Isso demonstra que as uvas tratadas com radiação pode ser uma alternativa para comprovar a concentração de resveratrol em produtos derivados da uva.

Resultados parecidos foram encontrados por Alves (2006) verificando indícios de resveratrol após tratamento com irradiação em bagas e geléias de uva. A grande quantidade de açúcar presente nas uvas passas e por serem desidratadas seria o grande motivo para apresentarem picos menores do composto.

Em trabalhos realizados com a uva *Palomino* fino irradiada, foi mostrado que a quantidade de resveratrol se apresenta vinte vezes maior que quando comparada com a controle (Cantos *et al.*, 2001), outros valores similares são encontrados por diversos autores como Martínez-Ortega *et al.* (2000) e Roldán *et al.* (2003).

De acordo com alguns trabalhos publicados referentes à irradiação, é comprovado que o resveratrol se apresenta em grandes quantidades em uvas irradiadas (Alves, 2006). Altos índices de resveratrol foram encontrados por Sautter (2005) analisando suco de uva tratadas com radiação ultravioleta.

Estudos realizados em outras variedades de uvas (*Vitis vinifera*) também apresentaram índices de resveratrol onde expressou-se apenas na casa e com maior intensidade mediante o estímulo de irradiação (Ruhmann, 2006).

É importante salientar que o resveratrol também depende da variedade de uva. Como já observado na parte teórica, o resveratrol apresenta propriedades bastante importantes e, por esse motivo vem sendo cada vez mais estudado.

5.7 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada 72 horas após o tratamento por irradiação, onde as amostras de uva da variedade Benitaka foram armazenadas a uma temperatura aproximada de 4°C e as amostras de uva passas em temperatura ambiente (18 a 20°C). Esta análise teve objetivo de avaliar quanto o provador “gostou ou desgostou” de uma determinada amostra após o tratamento por irradiação obedecendo à escala hedônica (1 a 9). As TAB. 15 e 16 demonstram as médias das notas dadas pelos 30 provadores.

TABELA 15 - Média de aceitação sensorial de uva da variedade Benitaka

Tratamento	Provadores	Médias de aceitação
Controle	30	7,27 ^a
0,5 kGy	30	7,30 ^a
1 kGy	30	6,10 ^b
1,5 kGy	30	6,53 ^{ab}
2 kGy	30	5,97 ^b

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 16 - Média de aceitação sensorial de uva passa

Tratamento	Provadores	Médias de aceitação
Controle	30	6,23 ^a
0,5 kGy	30	6,50 ^a
1 kGy	30	6,70 ^a
1,5 kGy	30	6,70 ^a
2 kGy	30	6,53 ^a

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No caso da uva da variedade Benitaka, as médias de aceitação (TAB. 15) indicaram que tanto as amostras controle quanto as irradiadas (0,5 a 2 kGy) foram aceitas. Entretanto, a utilização de 2 kGy reduziu significativamente ($p < 0,05$) a aceitação desta fruta quando comparada com as outras amostras. Os provadores relataram que as amostras tratadas com as doses 1 e 2 kGy apresentavam sua consistência (textura) de “velha”. Provavelmente estas amostras ao serem adquiridas no mercado já apresentavam indícios mais avançado de maturação, sendo assim o tratamento com radiação não apresentou o resultado esperado.

Já nas amostras controle e 0,5 kGy se referem na escala a “gostei muitíssimo” e “gostei muito” os comentários foram positivos, ou seja, a “fruta estava suculenta e doce”, tendo assim sua média maior que os demais tratamentos. Com isso, pode-se afirmar que com o aumento das doses, a

característica sensorial da textura da fruta, apresentou uma variação na aceitação dos provadores.

Em casos de mamões irradiados com dose de 0,75 kGy, os provadores distinguiram a fruta com característica mais firme, mas a firmeza não foi o único dos fatores para maior aceitação e sim outras diferenças organolépticas causadas pela irradiação que poderiam ter afetado no teste (Pimentel, 2001).

Segundo Guedes (2005) analisando açaí, a dose de 1kGy não apresentou diferença nas características sensoriais mesmo tendo somente 16 provadores. Frateschi (1999) ao utilizar a mesma escala para análise sensorial em goiabas irradiadas com doses de 0,3 a 1,2 kGy associadas com refrigeração, concluiu que embora não houvesse diferença significativa entre as diferentes doses aplicadas, a irradiação teve efeito positivo nessas características como na “doçura” do fruto.

De acordo com Leite (2006), constatou-se também que as dose de radiação de 1 e 2 kGy não influenciaram significativamente no sabor, cor e na aparência de abacaxi *Smooth cayenne* minimamente processado. Leite *et al.* (2004), constataram que as doses de até 2 kGy não alteram as características sensoriais (aparência, cor e sabor) de pepino japonês minimamente processados.

A irradiação pode causar oxidação lipídica em polpa de frutas ricas em lipídeos. Com isso, as uvas contêm antocianinas que podem radioprotger estes lipídios evitando qualquer sabor desagradável que os tratamentos aceitos neste teste possam desenvolver (Valdívia *et al.*, 2002).

As uvas passas irradiadas não apresentaram diferenças significativa entre as amostras ($p>0,05$) conforme TAB. 16. Os comentários dos provadores em relação ao teste foram os mesmos, tendo uma frase quase que unanime “Todas iguais”, isso provavelmente se deve por estar desidratada e pela quantidade de açúcar presente no alimento, confundindo assim o paladar.

Segundo Amerine *et al.* (1965), respostas para gosto e olfato apresenta uma grande importância quando se realiza um teste sensorial para alimentos,

mas outras sensações também podem influenciar na aceitação do produto como visuais, auditivas, tácteis, cinética e temperatura. É possível constatar através destes resultados, que a característica individual é importante na aceitação de um produto.

6 CONCLUSÃO

- Ao longo de 21 dias de estocagem a variedade de uva Benitaka apresentou uma redução nos valores dos compostos fenólicos nas diferentes doses de radiação, enquanto nas uvas passas estes valores se mantiveram sem variações significantes. Os resultados indicam que conforme o aumento da dose de radiação ionizante os compostos fenólicos decrescem para uvas frescas, sendo assim, sugere-se a aplicação de doses abaixo 1,5 kGy.
- As doses de até 3 kGy não interferiram nas características físico-químicas e na análise de cor de uvas passas e da variedade de uva Benitaka.
- A textura da uva da variedade Benitaka nas doses de 1.5 kGy pode ser utilizada para melhorar a segurança estendendo assim seu prazo de validade por até 21 dias. No caso das uvas passas a embalagem a vácuo combinado ao processo de radiação aumentou o prazo das amostras mantendo a cor e odor característico ao contrario das amostras das uvas Benitaka.
- Não foi encontrado crescimento bacteriano nas amostras, sendo assim estavam em conformidade com leis e normas fitossanitárias para o consumo humano.
- Após o tratamento com radiação foi possível comprovar a presença de resveratrol em todas as amostras. Com destaque a dose de 1,5 kGy em uvas da variedade Benitaka e uvas passas.
- As amostras da variedade de uva Benitaka tratadas nas doses controle e 0,5 kGy apresentaram uma aceitação na qualidade sensorial. O tratamento

com radiação não gerou alteração no sabor das uvas passas segundo os provadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABE, L. T. Compostos Fenólico e Capacidade Antioxidante de Uvas *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera* L. **Ciê. e Tec. de Alim.**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.
- 2 ADA – AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: Food Irradiation. **J. Am. Assoc.**, v.100, n.2, p. 246-253, 2000.
- 3 ALVES, A. O. **Presença de trans-resveratrol em geléias de uva e sua relação com a radiação UV**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- 4 AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food**. London: Academic Press, 1965.
- 5 ANDRESS, E.; DELAPLANE, K. **Food Irradiation**. Disponível em: <<http://www.fcs.uga.edu/ext/pubs/html/FDNS-E-3.html>>. Acesso em: jan. 2011.
- 6 ANDREWS, L.S.; AHMEDNA, M.; GRODNER, R.M.; LIUZZO, J.A; MURANO, P.S; MURANO, E.A; RAO, R.M; SHANE, S.; WILSON, P.W. Food preservation using ionizing radiation. **Reviews...** v.154, p.153, 1998.
- 7 ARAÚJO, F.A.; **Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos do café (*Coffea arabica*, L.)**. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 8 ARAÚJO, M.M., **Aplicação do método microbiológico DEFT/APC e do teste cometa na detecção do tratamento com radiação de hortaliças minimamente processadas**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- 9 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. São Paulo: ABNT, 1993. (NBR 12806).
- 10 BARROS, J. C. S. M.; FERRI, C. P.; OKAWA, H. Qualidade da uva fina de mesa comercializada no Ceasa de Campinas. **Informações Econômicas**, v. 25, n. 7, p. 53 - 61, 1995.
- 11 BEUCHAT, L.R., Microbial stability as affected by water activity. **Cereal Foods World**, v. 26, n.7, p. 345-349, 1981.
- 12 BERBARI, S. A. G.; MENEGALE, L. L. C.; ALMEIDA, M. E. Processamento e controle de qualidade de frutas cristalizadas. **Higiene Alimentar**, v. 6, n. 24, p.28-30, 1992.
- 13 BOYNTON, B.B., **Determination of the effects of modified atmosphere packaging and irradiation on sensory characteristics, microbiology, texture**

and color of fresh-cut cantaloupe using modeling for package design. 2004. Dissertação (Doutorado) – Universidade da Florida – Florida.

14 BRADAMANTE, S.; BARRENGHI, L.; VILLA, A. Cardiovascular protective effects of resveratrol. **Cardiovascular Drug Reviews** v. 22, p. 169 – 88, 2004.

15 BRACKMANN, A.; MAZARO, M. S.; WACLAWOVSKY, A. J. Armazenamento refrigerado de uvas Cvs. Tardia de Caxias e Dona Zilá. **Ciência Rural**, v.30, n.4, p. 581-586, 2000.

16 BRASIL. Ministério da Saúde. **Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969.** Institui normas básicas sobre alimentos. Brasília -DF, 1969.

17 BRASIL. Ministério da Saúde. **Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos.** 29 de agosto de 1973. (Decreto nº 72. 718).

18 BRASIL. ANVISA. **Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** 02 de janeiro de 2001. (Resolução RDC nº12).

19 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001.** Regulamento técnico para a Irradiação de Alimentos. Diário Oficial, 29/01/2001.

20 BRUNH, C.M. Strategies for communicating the facts on food irradiation to consumers. **J. Food Protection**, v.58, p.213-216, 1995.

21 CANTOS, E.; ESPÍN, J. C.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Postharvest induction modeling method using UV irradiation pulses for obtaining resveratrol-enriched table grapes: a new “functional” fruit?. **J. Agric. and Food Chem.** v.49, p. 5052-5058, 2001.

22 CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh-cut produce. In: II ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 8-10 nov., 2000, Viçosa. **Palestras...** Minas Gerais.

23 CASTELL-PEREZ, E.; MORENO, M.; RODRIGUEZ, O.; MOREIRA, R.G. Electron beam irradiation treatment of cantaloupes: Effect on product quality. **Food Sci. Technol.** v. 10, p. 383-390, 2004.

24 CERVEIRA, R.; CASTRO, M. C. Consumidores de produtos orgânicos da cidade de São Paulo - características de um padrão de consumo. **Ecossistema**, v. 25, n. 2, p.199-206, 2000.

25 CHIM, J.F. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (Rubus sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléias convencional e light.** 2008. Dissertação (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

26 CHITARRA, M. I.F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2 ed. Ver. E ampl. Lavras: UFLA, 2005.

- 27 CNEN – COMISSAO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Autorização para funcionamento de Instalações de Irradiação de Alimentos. **Norma Experimental. CNEN – NE 6.03**, Rio de Janeiro, 5p., setembro, 1980.
- 28 CZARNOBAY, A.; GUERRA, C. C. **A evolução da ciência sob a ótica do vinho**. Projeto SBPC na comunidade. 2000.
- 29 CZELUSNIAK, C. et al. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil: aspectos físicos-químicos. **Bra. J. of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 25-31, 2003.
- 30 DELINCÉE, H. Detection of irradiated food: DNA fragmentation in grapefruits. **Radiat.Phys. Chent**, v. 52, n. 1-6, p. 135-139, 1998.
- 31 DIEHL, J.F. **Safety of Irradiated Foods**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995.
- 32 DIEHL, J.F.. **Food irradiation past, present and future** . Radiation Physics and Chemistry. v. 63, 211-215. 2002.
- 33 DRAKE, S.R.; SANDERSON, P.G.; NEVEN, L.G. Response of Apple and winter pear fruit quality to irradiation as a quarantine treatment. **J. Food Process**. v.23, p. 203-216, 1999.
- 34 ELIAS, P.S. New Concepts for Assessing the Wholesomeness of Irradiated Foods, Food Technology, Estados Unidos, In: Overview-outstanding, **Symposio in Food Science & Technology**, p.81-83, 1989.
- 35 EMBRAPA. **Boas Praticas Agrícolas na Produção de uva de mesa (pré colheita)**. Unidade Uva e Vinho. Brasília, DF., n. 62, 2005.
- 36 EMBRAPA. **Frutas Desidratadas: Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial** - Série Agronegócios. Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília, DF, 2003.
- 37 EMBRAPA. **Dados da vitivinicultura**: importação de uvas secas (passas). Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/servicos/vitivinicultura/importacao/passas_2005_2009.html > Acesso em: 24 jan. 2011.
- 38 EUSTINE, R.F.; BRUHN, C.M. Consumer acceptance and marketing of irradiated foods. In: SOMMERS, C.H.; FAN, X. **Food irradiation: research and techonoly**. Ames, Iowa: Blackwell publishing and Institute of Food Technologists, p.63-83, 2006.
- 39 FARKAS, J. Irradiation for better Foods. **Trends Food Sci. Technol**, v. 17, p. 148-152, 2006.
- 40 FDA – FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Irradiation of meat and meat products **Federal Register**, v.64, n. 36, p. 9089-9105, 1999.

- 41 FELDBERG, N. P. **Introdução e avaliação agrônômica de variedades apirênicas de videira no Norte de Minas Gerais**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2006.
- 42 FERNANDEZ, M.A., SAENZ, M.T., GARCIA, M.D. Antiinflammatory activity in rats and mice of phenolic acids isolated from *Scrophularia frutescens*. **J. Pharm. and Pharmacology**, v.50, n.10, p.1183-1186, 1998.
- 43 FERREIRA, S.R.S.. **Contribuição da Tecnologia de Irradiação de Alimentos no Fornecimento de Segurança Alimentar e Nutricional**. 172p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.
- 44 FLANZY, C. **Enologia: Fundamentos científicos y tecnológicos**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000.
- 45 FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**, Ed. Artmed, Porto Alegre, 2002.
- 46 FRATESCHI, P. W. B. **Radiação gama com ⁶⁰Cobalto na conservação pós-colheita de goiaba branca**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- 47 FREITA, R.M.. **Preservação de Alimentos por Irradiação em baixas doses**. 2005. Dissertação (Mestrado). Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.
- 48 FREITAS, A. A. **Processamento de geléias e sucos utilizando Uvas (*Vitis vinífera* L.) fora do padrão de comercialização**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná.
- 49 GOMEZ, M. L. P. A.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento do mamão (*Carica papaya* L. Cv. Solo): influência da radiação gama. **Ciência e Tecn. Alim.** vol. 19, n. 2, p. 246-252. 1999.
- 50 GOULARTE, L.; MARTINS, C.G.; MORALES-AIZPURÚA. IC; DESTRO, M.T.; FRANCO, B.D.G.M; VIZEU, D.M.; HUTZLER, B.; LANDGRAF, M. Combination of minimal processing and irradiation to improve the microbiological safety of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Rad. Physics and Chem.**, v.71, p.155-159, 2004.
- 51 Golde, P. H. M., Sloots, L. M., Vermeulen, W. P. The role of alcohol in the anti low density lipoprotein oxidation activity of red wine. **Atherosclerosis**. v. 147, p. 365-70, 1999.
- 52 GUEDES, R. L. **Análise microbiológica e de propriedades organolépticas de açaí (*Euterpe oleracea*) irradiado com radiação gama**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- 53 GUNES, G., WATKINS, C.B., HOTCHKISS, J.H.. Effects of gamma irradiation on the texture of minimally processed apples slices. **J. Food Sci**, v.66, p. 63-67, 2001.

- 54 HANSEN, J.E., RUEDY, R., SATO, M., IMHOFF, M., LAWRENCE, W., EASTERLING, D., PETERSON, T., KARL, T. A closer look at United States and global surface temperature change. **J. Geophys.** v. 106, p. 105-110, 2001.
- 55 HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoids since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000.
- 56 HENSON, S. Demand-side constraints on the introduction of new food technologies: the case of food irradiation. **Food Policy**, v.20, p. 111-127, 1995.
- 57 ICGFI, 1999. **Facts about food irradiation**. Disponível em: <http://www.iaea.org/icgfi>. Acesso em: janeiro de 2011.
- 58 IKAWA M, SCHAPER TD, DOLLARD CA, SASNER J. J. Utilization of Folin-Ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds. **J Agric Food Chem** v.51, p.1811-1815, 2003.
- 59 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lütz: métodos químicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Coordenadoria dos Serviços Técnicos especializados - Secretaria do Estado de Saúde, 1985.
- 60 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Facts about food irradiation**. Vienna, 1991.
- 61 INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I. Innovations and outlook in grapevine training systems and mechanization in North-Central Italy. In: AMERICAN SOCIETY FOR ENOLOGY AND VITICULTURE ANNUAL MEETING, 2000, Seattle, **Proceedings...** Seattle: The American Society for Enology and Viticulture, 2000. p. 170-184.
- 62 JAY, J. M. **Modern Food Microbiology**. New York: International Thomson Publishing, 2001.
- 63 KILDCAST, D. Irradiation and combination treatments. **Food Control**, v.2, n.1, p. 6-8, 1991.
- 64 KIM, D.O. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chem.**, v. 81, p.321-326, 2003.
- 65 KLUGE, R. A. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002.
- 66 KUHN, G.B. **Uvas para processamento: Produção**. Aspectos Técnicos; Embrapa Uva e Vinho. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 134, 2003.
- 67 KYNGMI, M, S.; EBELER, E. Flavonoid effects on DNA oxidation at low concentrations relevant to physiological levels. **Food Chem. Toxic.**, v. 46, p. 96-104, 2008.

- 68 LANGCAKE, P.; PRYCE, R. J. The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the Vitaceae as a response to infection or injury. **Physiology Plant Pathology**, v. 9, p. 77-86, 1976.
- 69 LATRUFFE, N.; DELMAS, D.; JANNINM, B. Molecular analysis on the chemopreventive properties of resveratrol, a plant polyphenol microcomponent. **Intern. J. Mol. Med.**, Philadelphia, v.10, n.6, p.755-760, 2002.
- 70 LEE, S. J., UMANO, K., SHIBAMOTO, T., LEE, K. G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chem.** v. 91, n. 1, 2005.
- 71 LEITE, D.T.S.; **Avaliação dos efeitos da radiação gama na qualidade de abacaxi (*Ananas comosus* L. Meer) cv. Smooth Cayenne minimamente processado, armazenado em diferentes temperaturas e embalagens.** 2006. Tese (Doutorado) - Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba.
- 72 LEITE, D.T.S.; DOMARCO, R.E.; MATRAIA, C. Análise Microbiológica de pepino japonês minimamente processado, irradiado e refrigerado. IN: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2004, Viçosa. **Resumos...**Viçosa. 2004.
- 73 LIMA, C.F.; ANDRADE, P.B.; SEABRA, R.M.; FERNANDES – FERREIRA, M.; PEREIRA-WYLSON, C. The drinking o a salvia officinalis infusion improves liver antioxidant status in mice and rats. **J. Ethnopharmacol.**, v. 97, n.2, p. 383-389, 2005.
- 74 LIMA, P. **Caracterização dos principais compostos antioxidantes presentes no Pequi (*Carryocar brasiliense*, Camb) e sua função na proteção do estresse oxidativo em ratos.** 2007. Dissertação (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 75 LIMA, M.A.C., CHOUDHURY, M.M, **Uva de mesa: pós-colheita.** Embrapa Semi-Árido. 2. Ed Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 77, 2007.
- 76 LUIZ, L. M. P. **Avaliação do processo de irradiação através da utilização do ⁶⁰Co para controle da qualidade sanitária de alimentos estudo de caso: Aplicação do processo de irradiação através do ⁶⁰Co em uma empresa envasadora de chás situada no Estado do Paraná.** 2008. Dissertação (Mestrado) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná.
- 77 MAMEDE, M.E.O.; PASTORE, G. M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. **B.CEPPA**, v. 22, n. 2, p. 233-252, 2004.
- 78 MANACH, C.; DONOVAN, J. Pharmacokinetics and metabolism of dietary flavonoids in humans. **Free radical Research**, v. 38, n. 8, p 771-785, 2004.
- 79 MANDELLI, F.; ZANUS, M. C.; ZAT, D. A. Classificação climática dos períodos de maturação das safras vitícolas de 1977 a 2003. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 2003, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 186-187.

80 MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: Composição e Estabilidade. **B.CEPPA**, v. 24, n. 1, 2006.

81 MARTINEZ-ORTEGA, M. V.; GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Resveratrol Content In Wines And Musts From The South Of Spain. **Nahrung**. v. 4, p. 253-256, 2000.

82 MARTIM, N. S. P. P., **Estudo das características de processamento da manga (Mangifera indica L.) variedade Tommy Atkins desidratada**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

83 MARTINS, C.G.; BEHRENS, J.H.; DESTRO, M.T.; FRANCO, B.D.G.M., VIZEU, D.M.; HUTZLER, B.; LANDGRAF, M. Gamma radiation in the reduction of Salmonella ssp. Inoculated on minimally processed watercress (Nasturtium officinalis). **Rad. Physics Chem.**, v.71, p.87-91, 2004.

84 MATOS, E. H. S. F. **DOSSIÊ TÉCNICO: Processamento de Frutas Desidratadas**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB. 2007.

85 MAXIE, E.C.; SOMMER, N.F.; MITCHELL, F.G. Infeasibility of irradiating fresh fruits and vegetables. **HortScience**, v. 6, n. 3, p.202-204, 1971.

86 MELO, P. S., **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

87 MIYAGI, Y; MIWA, K; INOUE, H. Inhibition of human lowdensity lipoprotein oxidation by flavonoids in red wine and grape juice. **Am. J Cardiol**. v. 80, p. 1627-31, 1997.

88 MOLINS, R. **Food Irradiation: Principles and applications**. New York: Jonh Willey, p. 469, 2001.

89 MORAES, L. C. Irradiação de alimentos. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, n. 87, p. 34-36, 2000.

90 MOREHOUSE, M. Food irradiation - US regulatory considerations. **Radiat Phys. Chem**. v. 63, p. 281-284, 2002.

91 MORETTI, C. L. Processamento mínimo de mandioquinha-salsa e pimentão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALICAS, 2000, Viçosa. **Palestras...** Minas Gerais.

- 92 MOURA, S. C. S. R.; BERBARI, S. A.; GERMER, P. M.; ALMEIDA, M. E. M.; FEFIM, D. A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.27, n.1, 2007.
- 93 MOYER, R.A.; HUMMER, K.E.; FINN, C.E.; FREI, B.; WROSTAD, R.E. Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. **J. Agric. Food Chem.** v.50, p.519-525, 2002.
- 94 NACZK, M., SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **J. Chromatogr A.** v. 1054, p. 95-111, 2004.
- 95 NIEMIRA, B.A. Radiation sensitivity and recoverability of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* on 4 lettuce types. **J. Food Science**, v.68, p.2784-2787, 2003a.
- 96 NIEMIRA, B.A.; FAN, X.; SOKORAI, K.J.B.; SOMMERS, C.H. Ionizing radiation sensitivity of *L. monocytogenes* ATCC49594 and *L. innocua* ATCC51742 inoculated on endive (*Chicorium endive*). **J. Food Protection**, v.66, p.993-998, 2003b.
- 97 OLIVEIRA, A. M.; GONÇALVES, M. O; SHINOHARA, N. K. S.; STAMFORD, T. L. M.; Manipuladores de alimentos: um fator de risco. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, n.114-115, p. 12, 2003.
- 98 PATAKI, T., BAK, I., KOVACS, P., Grape seed proanthocyanidins improved cardiac recovery during reperfusion after ischemia in isolated rat hearts. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 75, n. 9, p. 894, 2002.
- 99 PELCZAR, M. REID, R.; CHAN, E.C.S.. **Microbiologia**, Sao Paulo, Sao Paulo: McGraw-Hill. v. 2, 1996.
- 100 PELEG, H., BODINE, K.K., NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chemical Senses**, v.23, n.3, p.371-378, 1998.
- 101 PICOLOTTO, N.S.P.; RAPACCI, M.; DUTCOSKY, S.D.; EFING, L.C. Processo de cristalização de frutas tropicais: Influência do tipo e concentração do agente osmótico. In: CONGRESSO BRASILEIRO F.- TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17, Belém, 2002. **Anais....**, Belém, CBF – Tecnologia de Alimentos, 2002.
- 102 PIMENTEL, C. V. M. B., FRANCKI, V. M., GOLLUCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005.
- 103 PIMENTEL, R.M.. **Efeito da radiação gama em mamão papaia (*Carica papaya L.*) colhido em três pontos de maturação**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- 104 PIVETA, M. Estudos sugerem que compostos do vinho tinto aumentam a longevidade. **Boletim da FAPESB**. v. 112, p. 44-47, 2005.
- 105 PLESSI, M.; BERTELLI, D.; ALBASINI, A. Distribution of metals and phenolic compounds as a criterion to evaluate variety of berries and related jams. **Food Chem.**, v. 100, n. 1, p. 419-427, 2007.
- 106 PODSEDEK, A. Natural antioxidants capacity of brassica vegetables: a review. **LWT: J. Food Compos. Anal.**, v. 40, p.1-11, 2007.
- 107 PORTE, A.; MAIA, L.H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **B. CEPPA**, v. 19, n.1, 2001.
- 108 PRINCE, M. L., BUTLER, L. G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content in sorghum grain. **J. Agric. Food Chem.** v. 25, n. 6, p. 1268-70, 1977.
- 109 RAJKOWSKI, K.T.; BOYD, G.; THAYER, D.W. Irradiation D-values for Escherichia coli O157-H7 and Salmonella sp. On inoculated broccoli seeds and effects of irradiation on broccoli sprout, keeping quality and seed viability. **J. Food Protection**, v.66, p.760-766, 2003.
- 110 RAVEN, P.H.; Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2001. **Biologia vegetal**. 6º Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro.
- 111 REGINA, M. A. **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG FECD, 2002.
- 112 REIS, R. C. **Avaliação dos atributos de qualidade envolvidos na desidratação de manga (*Mangifera indica* L) VAR. Tommy Atkins**. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 113 RENAUD, S., LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets, and French paradox for coronary heart disease. **Lancet**, v. 339, n. 8808, p. 1523-1526, 1992.
- 114 ROCKENBACH, I. I. **Compostos fenólicos, ácidos graxos e capacidade antioxidante do bagaço da vinificação de uvas tintas (*Vitis vinifera* L. e *Vitis labrusca* L.)**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- 115 ROGINSKY, Y. V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, v. 92, p. 235-254, 2005.
- 116 ROLDÁN, A.; PALACIOS, V.; CARO, I.; PÉREZ, L. Resveratrol Content Of Palomino Fino Grapes: Influence Of Vintage And Fungal Infection. **J. Agric. Food Chem.** v. 51, p.1464-1468, 2003.
- 117 Rombaldi, C. V.; BERGAMASQUI, M.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.; SILVA, J.A. Produtividade e qualidade de uva, cv Isabel em dois sistemas de produção. **Rev. Brás. Frutic.**, Rio Grande do Sul, v. 26, n.1, p.89-91, 2004.

- 118 RUHMANN, S. Piceid (resveratrol glucoside) synthesis in stilbene synthase transgenic apple fruit. **J. Agric. and Food Chem.**, v. 54, p. 4633-4640, 2006.
- 119 SAUTTER, C. K.; DENARDIN, S. A.; ALVES, C. A.; MALLMANN, N. G.; PENNA, L. H. DETERMINAÇÃO DE RESVERATROL EM SUCOS DE UVA NO BRASIL. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, p. 437-442, 2005.
- 120 SCALON, S.P.Q., ZÁRATE, N.A.H., VIEIRA, M.C. Embalagem e temperatura na manutenção da qualidade pós-colheita de mandioquinha-salsa. **Ciência e Agrotecnologia**. v.26, n.3, p. 599-563, 2002.
- 121 SCHLEIER, R. **CONSTITUINTES FITOQUÍMICOS DE *Vitis vinifera* L. (UVA)**. 2004. Monografia. Instituto Brasileiro de Estudos Homeopáticos. São Paulo, SP.
- 122 SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic, 1995. 331 p. In: MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: Composição e Estabilidade. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, 2006.
- 123 SHANMUGANAYAGAM, D., WARNER, T. F., KRUEGER, C. G. Concord grape juice attenuates platelet aggregation serum cholesterol and development of atheroma in hypercholesterolemic rabbits. **Atherosclerosis**, v. 190, p.135-42, 2007.
- 124 SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, N.F.A; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S; GOMES, R.A.R.. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. Livraria Varela. 3 ed. 2007.
- 125 SILVA, S.F.; DIONÍSIO, A.P.; WALDER, J.M.M. Efeitos da radiação gama em banana nanica (*Musa sp.*, Grupo AAA) irradiada na fase pré – climatérica. **Alim. Nutr.**, v.18, n.3, p. 331-337, 2007.
- 126 SOMERS, C.H.; BOYD, G. Variations in the radiation sensitivity of foodborne pathogens associates with complex ready-to-eat food products. **Radiat. Phys. Chem.**, v.75, p. 773-778, 2006.
- 127 SOUZA, L.H.L. A manipulação inadequada dos alimentos: fator de contaminação. **Higiene Alimentar**, v.20, n. 146, p. 32-39, 2006.
- 128 SOUZA, M. C. M. Aspectos institucionais do sistema agroindustrial de produtos orgânicos. **Informações Econômicas**, v. 33, n. 3, p. 7-16, 2003.
- 129 SPAGOLLA, L. C.; SANTOS, M. M.; PASSOS, L. M. L.; AGUIAR, C. L. Extração alcoólica de fenólicos e flavonóides totais de mirtilo “Rabbiteye” (*Vaccinium ashei*) e sua atividade antioxidante. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, v. 30, n. 2, p. 59-60, 2009.
- 130 SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I Quantitative analysis of phenolic constituents. **J. Scien Food Agric.**, n. 10, p. 63-68, 1959.

- 131 TREVISAN, V. **Influência do tempo de maceração na extração de compostos fenólicos e determinação do *trans*-resveratrol em vinhos brasileiros.** Caxias do Sul: UCS, 2003.
- 132 TRIGO, M.J., SOUSA, M.B., SAPATA, M., FERREIRA, A., CURADO, T., ANDRADA, L. FERREIRA, E., HORTA, M.P. BOTELHO, M.L., VELOSO, M.G. EFEITO DA RADIAÇÃO GAMA EM MELÃO FRESCO MINIMAMENTE PROCESSADO. In: Technical University of Lisbon, 10., 2007 Portugal. **Anais...** Sacavém, Portugal, 2007. 1 CD-ROM.
- 133 TSUHAKO, V.P. **Irradiação de alface (*Lactuca sativa* L.): aspectos microbiológicos e sensoriais.** 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 134 TYUKAVKINA, N. A. Oksistil'beny iz kory *Pinus sibirica* (Hydroxyestilbene from the bark of *Pinus sibirica*). Khim Priir Soedin (Tashk). **Resumo publicado no Biological Abstract**, v.8, n.5, p. 3597, em 15 de março de 1974.
- 135 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Market news report. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov>> Acesso: jan. 2011.
- 136 VALDIVIA, M.A.; BUSTOS, M.E; RUIZ, J.; RUIZ, L.F. The effect of irradiation in the quality of the avocado frozen pulp. **Rad. Phys. Chem.**, v. 63, p. 379-382, 2002.
- 137 VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIC, M.T.D.; MILAN, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **Intern. J. Bioch. & Cell Biology**, v.32, n.3, p.3-41, 2006.
- 138 VARGAS, P. N.; HOELZEL, S. C.; ROSA, C. S. Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Alim. Nutr.** v.19, n.1, p. 11-15, 2008.
- 139 VILLAVICENCIO, A. L. C. H. **Avaliação dos efeitos da radiação ionizante de 60 Co em propriedades físicas, químicas e nutricionais dos feijões *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** 1998. Tese (Doutorado) - FCF/USP, São Paulo.
- 140 VITTI, A. **Análise de competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional.** 2009. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- 141 YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T.; KICKBUSCH, TG. Shelf life extension of individually film-wrapped mangoes. **Tropical Science**, v. 37, p. 249-255, 1997.
- 142 WILLMOT, C., MARCOTTE, M., DESCHÊNES, L. Ionizing radiation for preservation of fruits. In: L.P SOMOGYI, H.S. RAMASWAMY, Y.H HUI (Ed.). **Biol, Princ. Applic.**, v.1, p. 221-260, 1996.
- 143 WHO. Safety and nutritional adequacy of irradiated food. Genebra, 1994.