



TACIENE CARVALHO MESQUITA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS,
MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS DE
SUCOS DE UVA INTEGRAL GAMA-
IRRADIADOS**

LAVRAS - MG

2017

TACIENE CARVALHO MESQUITA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E
SENSORIAIS DE SUCOS DE UVA INTEGRAL GAMA-IRRADIADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração de Frutas e Hortaliças, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

Coorientadora

Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho

LAVRAS – MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Mesquita, Taciene Carvalho.

Características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de
sucos de uva integral gama irradiados / Taciene Carvalho Mesquita.
- 2017.

112 p. : il.

Orientador(a): Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Coorientador(a): Elisângela Elena Nunes Carvalho.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Antioxidante. 2. Vitamina C. 3. Qualidade. I. Lima, Luiz
Carlos de Oliveira. II. Carvalho, Elisângela Elena Nunes. III. Título.

TACIENE CARVALHO MESQUITA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E
SENSORIAIS DE SUCOS DE UVA INTEGRAL GAMA-IRRADIADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração de Frutas e Hortaliças, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 31 de março de 2017.

Dra. Camila Argenta Fante

UFMG

Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho

UFLA

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima
Orientador

LAVRAS – MG

2017

Aos meus pais, pelo amor incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar meu caminho para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado. Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos, à FAPEMIG e à CAPES, por sempre apoiarem os projetos de pesquisa.

Aos meus pais, ao André, família e amigos, pelo apoio e incentivo.

Aos professores Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima e Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho, pelos ensinamentos, oportunidade, orientação e paciência.

Aos amigos e colegas da Pós-colheita, pela amizade e valiosa ajuda na condução do experimento.

Aos membros da banca, por terem aceitado participar da defesa da minha dissertação, contribuindo para a melhoria do trabalho, por meio de sugestões valiosas.

À EPAMIG de Caldas, MG, por ter me disponibilizado as uvas, e ao Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), na UFMG, em Belo Horizonte, pela radiação.

Aos funcionários do Laboratório Central de Análise de Alimentos e ao Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, pela ajuda, atenção e paciência, em especial, à Tina e à Helô, e a todos os demais funcionários e colegas do DCA.

RESUMO GERAL

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da irradiação gama nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de *blends* de suco de uva, ao longo do armazenamento, à temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$). As uvas foram colhidas, higienizadas, sanitizadas, e as bagas foram removidas. A produção do *blend* de Isabel Precoce x Bordô x BRS Violeta (33% + 33% + 34%) foi realizada por arraste de vapor, acondicionados em frascos de vidro âmbar, e armazenados à temperatura ambiente por 120 dias. As doses de irradiação gama aplicadas foram 0,0 kGy; 1,0 kGy; 1,5 kGy e 2,0 kGy. As seguintes análises foram realizadas ao longo do armazenamento: pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, cor (L^* , Chroma, $^{\circ}\text{Hue}$), fenólicos totais, atividade antioxidante (DPPH e β -caroteno/ácido linoleico), antocianinas totais, vitamina C, análises microbiológicas e sensorial. Os resultados mostraram que a irradiação de 2,0 kGy resultou em um *blend* com atividade antioxidante superior nos tempos intermediários. Este mesmo tratamento apresentou o maior aumento de vitamina C até 90 dias de armazenamento. Os maiores teores de chroma e $^{\circ}\text{hue}$ foram observados nos tempos intermediários no *blend* irradiado com 1,5 kGy e, aos 0 e 120 dias, com 1,0 kGy. Aos 120 dias, o teor de sólidos solúveis foi maior no *blend* irradiado com 1,0 kGy, e o maior valor de fenólicos totais foi observado no *blend* irradiado com 1,5 kGy. Os testes sensoriais mostraram que a qualidade sensorial dos *blends* de suco de uva submetidos até 2,0 kGy foi mantida inalterada. A irradiação gama reduziu a contagem de fungos filamentosos e leveduras ao longo do armazenamento.

Palavras-chave: *Vitis labrusca*. Fenólicos. Antioxidante. Vitamina C. Qualidade.

GENERAL ABSTRACT

This study aimed at evaluating the effects of gamma irradiation on physico-chemical, microbiological and sensory characteristics of grape juice *blends* during storage at room temperature ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$). Grapes were harvested, cleaned, sanitized and the barriers removed. The production of Isabel Precoce x Bordo x BRS Violeta (33% + 33% + 34%) *blend* was performed by vapor dragging, packed in amber glass bottles and stored at room temperature for 120 days. The gamma irradiation doses applied were 0.0 kGy; 1.0 kGy; 1.5 kGy and 2.0 kGy. The following analyzes were carried out during the storage period: pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS / TA ratio, color (L *, Chroma, ° Hue), total phenolics, antioxidant activity (DPPH and β -Carotene / linoleic acid), total anthocyanins, vitamin C, microbiological and sensory analyzes. Results showed that 2.0 kGy irradiation resulted in a *blend* with superior antioxidant activity at intermediate times. This treatment also showed the highest increase of vitamin C up to 90 days of storage. The highest levels of Chroma and °Hue were observed at intermediate times in the *blend* irradiated with 1.5 kGy and at 0 and 120 days with 1.0 kGy. After 120 days, SS content was higher in the *blend* irradiated with 1.0 kGy and the highest value of total phenolics was observed in the *blend* irradiated with 1.5 kGy. Sensory tests showed that the sensory quality of the grape juice *blends* subjected to 2.0 KGy kept unchanged. Gamma irradiation reduced filamentous fungi and yeasts during storage at room temperature.

Keywords: *Vitis labrusca*. Phenolics. Antioxidant. Vitamin C. Quality.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1 Compostos fenólicos biossintetizados a partir da rota do ácido chiquímico e a da rota do ácido malônico24
- Figura 2 Estrutura química dos flavanóis: (+) catequina e (-) epicatequinas.....25
- Figura 3 Estrutura química dos flavonóis: caempferol, quercetina e miricetina26
- Figura 4 Estruturas das antocianidinas mais comuns em alimentos de origem vegetal.....27

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Valores médios de L* (A) e de antocianinas totais (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....63
- Figura 2 Valores médios de Chroma (A) e °Hue (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.65
- Figura 3 Valores médios de pH (A) e acidez titulável (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.67
- Figura 4 Valores médios de sólidos solúveis (A) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da

	mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.	70
Figura 5	Valores médios de vitamina C (A) e compostos fenólicos totais (B) dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	74
Figura 6	Valores médios de atividade antioxidante (DPPH EC ₅₀ (A) e β-caroteno/ácido linoleico (B)) dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.	77

CAPÍTULO 3

Figura 1	Perfil dos provadores participantes da análise sensorial dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama no tempo zero (A) e 120 (B) dias de armazenamento.	97
Figura 2	Mapa de preferência interno para o atributo aparência dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias..	102
Figura 3	Mapa de preferência interno para os atributos aroma (A), sabor (B), textura (C) e aspecto global (D) dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias.	103
Figura 4	Mapa de preferência interno para o atributo intenção de compra dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias.	104
Figura 5	Histograma de frequência da intenção de compra dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos zero (A) e 120 (B) dias de armazenamento.....	106

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Quadro 1	Ficha de análise sensorial (teste de aceitação e intenção de compra) dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama.....	92
Tabela 1	Padrão microbiológico dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama.	96
Tabela 2	Valores médios da análise sensorial para os atributos aparência, textura, aroma, sabor, aspecto global e intenção de compra dos <i>blends</i> de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias.	100

LISTA DE SIGLAS

ANAVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
A.O.A.C	Association of Official Analytical Chemists
AT	Acidez Titulável
CIE	Commission Internationale de Eclairage
CDTN/CNEN	Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear
cv	Cultivar
DCA	Departamento de Ciência dos Alimentos
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DPPH	2,2- difenil-1-picril-hidrazil
EC	<i>Escherichia coli</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
IBRAVIN	Instituto Brasileiro do Vinho
LDL	Low-Density Lipoprotein-colesterol
LST	Lauril Sulfato Triptose
MG	Minas Gerais
MPI	Mapa de Preferência Interno
PCA	Análise de Componentes Principais
pH	Potencial Hidrogeniônico
SS	Sólidos Solúveis
SS/AT	Sólidos Solúveis / Acidez Titulável
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UV	Ultravioleta
VB	Verde Brilhante
VRBG	Violet Red Bile Agar Glucose

LISTA DE SÍMBOLOS

a*	Indicativo de Cor (+ vermelho e - verde)
b*	Indicativo de Cor (+ amarelo e - azul)
BRS	Cultivar registrada pela EMBRAPA
C*	Chroma - grau de concentração ou pureza da cor
^{137}Cs	Césio 137
^{60}Co	Cobalto 60
g L^{-1}	Gramas / Litros
°Hue	Ângulo de Tonalidade
kGy	Kilogray
L*	Luminosidade
L	Litro
mg	Miligrama
mg L^{-1}	Miligrama / Litro
mg mL^{-1}	Miligramas / Mililitro
mL	Mililitro
mol L^{-1}	Mol / Litro
NaOH	Hidróxido de Sódio
NMP	Números Mais Prováveis
NMP mL^{-1}	Números Mais Prováveis / Mililitros
UFC mL^{-1}	Unidades Formadoras de Colônias / Mililitro
%	Porcentagem

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	15
1	INTRODUÇÃO GERAL	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Características do suco de uva	17
2.2	Variedades de uva para a produção de sucos ‘Blends’	20
2.2.1	Bordô	20
2.2.2	Isabel Precoce	21
2.2.3	Uva Híbrida: BRS Violeta	21
2.3	Compostos fenólicos	22
2.4	Estresse oxidativo	28
2.5	Antioxidantes	29
2.6	Irradiação gama	31
2.7	Aspecto sensorial do suco de uva	35
2.8	Segurança microbiológica	36
	REFERÊNCIAS	39
	CAPÍTULO 2 ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE BLENDS DE SUCO UVA SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE IRRADIAÇÃO GAMA	54
1	INTRODUÇÃO	56
2	MATERIAL E MÉTODOS	58
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4	CONCLUSÃO	78
	REFERÊNCIAS	79

	CAPÍTULO 3	QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE BLENDS DE SUCO DE UVA SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE IRRADIAÇÃO GAMA.....	85
1	INTRODUÇÃO.....		87
2	MATERIAL E MÉTODOS.....		89
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....		94
4	CONCLUSÃO.....		107
	REFERÊNCIAS.....		109

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, a demanda por alimentos ricos em compostos funcionais tem aumentado devido aos vários efeitos benéficos à saúde do consumidor. Dentre as frutas, as uvas se destacam por serem ricas em compostos fenólicos, sendo as antocianinas, flavanóis, flavonóis, ácidos fenólicos e estilbenos, os de maior importância, capazes de capturar radicais livres e possuírem ação anticarcinogênica, anti-inflamatório, antiviral e antioxidante (ABE, et al., 2007; DIAS, 2009). Na natureza, esses compostos atuam como mecanismo de defesa e como agentes antipatogênicos, já nos alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (ANGELO; JORGE, 2007; PORTO, 2002).

Uma das várias alternativas de aproveitamento da uva é a elaboração de suco, devido, principalmente, ao fácil processamento da bebida, aliada às características sensoriais e ao seu valor nutricional, que é bem semelhante ao da fruta, contribuindo de maneira saudável na dieta alimentar (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). Além disso, a elaboração de suco de uva pode também representar uma excelente alternativa para o aumento de renda do pequeno produtor.

O consumo de suco de uva vem crescendo significativamente nos últimos anos. Em 2014, o percentual foi de 13%, porém, o salto foi ainda maior de 2012 para 2013, quando foi registrado um aumento de 40% no consumo. Um

dos motivos para esse aumento pode ser explicado pela busca de hábitos mais saudáveis do consumidor (IBRAVIN, 2015).

Para que a qualidade do suco se mantenha desde a colheita até os consumidores, várias técnicas de conservação são utilizadas, dentre elas, a irradiação gama, utilizada com o objetivo de aumentar o período de tempo no qual esses produtos ainda estarão adequados ao consumo. Esse processo não oferece risco para o consumidor e pode envolver a inativação de microrganismos, fungos, bactérias e leveduras, por alterar suas estruturas moleculares e impedir a divisão de células vivas, ao induzir alterações bioquímicas nos processos fisiológicos do tecido vegetal, atribuindo consideráveis vantagens econômicas ao produto (FIGUEIREDO, 1990; IEMMA et al., 1999; SMITH; PILLAI, 2004; URBAIN, 1986b).

Neste contexto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da irradiação gama na qualidade físico-química, microbiológica e sensorial dos *blends* de suco de uva integral, armazenados à temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$) por 120 dias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características do suco de uva

Segundo informações divulgadas pelo Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN, 2015), a comercialização de suco de uva 100% (natural, pronto para consumo), aumentou 570% nos últimos 10 anos no Brasil, saltando de 15.832.130 de litros em 2005, para 90.253.143 litros em 2014. Nos dois primeiros meses de 2015, foram comercializados 13.571.446 litros da bebida, volume 5,68% superior ao verificado no mesmo período do ano passado (12.841.742 litros). Em 2014, o suco de uva integral apresentou aumento de 21,87%, e o suco concentrado, convertido em suco simples, apresentou aumento de 2,58%, já em 2015, sucos de uva prontos para consumo, ocorreu aumento de 30,5% em relação a 2014, sucos de uva integrais cresceram 29,8% e sucos de uvas reprocessados e/ou reconstituído, o crescimento foi de 101,5% na comercialização.

No ano de 2014, a produção de uvas destinadas ao processamento (vinho, suco e derivados) foi de 673.422 milhões de quilos de uvas, representando 46,89% da produção nacional. O restante da produção (53,11%) foi destinado ao consumo *in natura* (MELLO, 2014).

O consumo per capita de suco de uva no Brasil, também vem apresentando resultados bastante interessantes. No ano de 1995, o consumo per capita não ultrapassava 150 mL, sendo que em 2006, este valor já havia chegado a 560 mL. Em 2010, o consumo de suco de uva foi de 900 mL e, em 2014, chegou a 1,36 L por habitante/ano (IBRAVIN, 2012; MELLO, 2006; MELLO,

2014). Esse aumento se deve às descobertas recentes sobre os efeitos benéficos dos sucos de uva na saúde e até no emagrecimento humano.

O suco de uva é definido como uma bebida energética não fermentada, não alcoólica, de cor, aroma e sabor característicos. Segundo exigências legais, deve apresentar coloração vinho, rosada ou translúcida, teor mínimo de sólidos solúveis de 14 °Brix, acidez total mínima de 0,41% e açúcares totais naturais um máximo de 20% (BRASIL, 2000; 2010), apresentando equilíbrio entre sólidos solúveis, acidez titulável e alto teor de matéria corante (GUERRA; TONIETTO, 2003). O suco pode ser elaborado com uva de qualquer variedade, desde que alcance uma maturação adequada e apresente bom estado sanitário (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Segundo Bruch (2012), o suco de uva pode ser classificado em: suco de uva integral, cujo açúcar provém exclusivamente da uva; suco de uva adoçado, em que uma porcentagem de açúcar pode ser acrescentada sob a forma de sacarose; suco de uva reconstituído, que é obtido a partir da dissolução do mosto concentrado e, suco de uva concentrado, em que a água foi retirada.

Em relação à composição química, o suco de uva apresenta, além da água, elevados teores de açúcares (glicose e frutose) e ácidos orgânicos (ácido tartárico, ácido málico e ácido cítrico) que lhe conferem o sabor doce e pH baixo respectivamente (RIZZON; LINK, 2006; SANTANA, 2008). Os açúcares presentes na uva variam de 15 a 30% em função de vários fatores como o clima, solo, estágio de maturação e variedade, sendo a glicose, a de maior predominância no início da maturação (AQUARONE et al., 2001). Os ácidos orgânicos não só contribuem para a acidez dos frutos, como também para o

aroma característico, porque alguns componentes são voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Encontram-se também minerais (potássio, cálcio, ferro, cobre, dentre outros), vitaminas (complexo B, C e inositol), compostos nitrogenados (aminoácidos, polipeptídeos e proteínas) e compostos fenólicos (antocianinas, taninos e ácidos fenólicos, os mais importantes) que apresentam papel importante na qualidade, pois contribuem para as propriedades sensoriais, em particular a cor, o sabor, o amargor e a adstringência (ABE et al., 2007; PINHEIRO, 2008; RIZZON; LINK, 2006; SANTANA et al., 2008).

Segundo Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998), o suco de uva possui de 1,5 g L⁻¹ a 3,0 g L⁻¹ de elementos minerais, e seu consumo contribui para o suprimento das necessidades diárias de potássio.

De acordo com Lima et al. (2015), da mesma forma que as uvas, os sucos de uvas são considerados uma das maiores fontes de compostos fenólicos, e muitos estudos demonstraram que o seu consumo está associado a vários benefícios à saúde dos consumidores (KRIKORIAN et al., 2012; VAUZOUR et al., 2010).

Do ponto de vista nutricional, o suco de uva apresenta reduzidos teores de lipídios, proteínas e fibra alimentar, e maiores proporções de água, açúcares, ácidos orgânicos e alguns minerais. Além disso, apresenta elevada digestibilidade, sendo todos os seus constituintes facilmente assimiláveis pelo organismo humano (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

2.2 Variedades de uva para a produção de sucos *blends*

Segundo Quinteros (1995) e Koon (2000), *blends* são misturas de sucos, conhecidas como cortes, feitos com a finalidade de melhorar as características sensoriais e/ou nutricionais de determinados sucos. Dentro do setor de sucos de frutas, o *blend* é um importante recurso para a disponibilização de bebidas diferenciadas no mercado (UCHÔA JÚNIOR, 2001) e são elaborados com a finalidade de aumentar a coloração ou conferir um maior teor de açúcares e/ou sabor e aroma diferenciados.

Em relação às variedades, relatos indicam a existência de mais de 10 mil cultivares de uva, podendo ser encontradas em diferentes tonalidades de amarelo, verde, rosa e roxo. Quanto à origem, pode-se classificá-las em dois grupos: uvas de origem europeia (*Vitis vinífera*), destinadas principalmente à produção de vinhos finos, e uvas de origem americana (*Vitis labrusca*) empregadas na produção de vinhos comuns, sucos e outros derivados (GIOVANNINI, 2008; VEDANA, 2008).

2.2.1 Bordô

A cultivar Bordô é uma variedade de uva *Vitis labrusca*, originalmente chamada de ‘Bordô’ no Rio Grande do Sul e Santa Catarina; ‘Terci’ no Paraná e ‘Folha de Figo’ em Minas Gerais (PIVA, 2011). Esta cultivar de uva tinta tem importância comercial somente em regiões com inverno definido, apresentando grande dificuldade de desenvolvimento em climas tropicais. Assim, seu cultivo está restrito aos polos do Sul de Minas Gerais e Norte do Paraná, além dos

estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (MAIA; CAMARGO, 2005). Caracteriza-se por apresentar alta resistência às doenças, que normalmente atacam as *Vitis vinifera*, produz mostos tintórios, com intensa coloração, sabor e aroma foxados, alta acidez, teor de pectina mais elevado, menor potencial de produção de açúcares, quando comparada com as cultivares *Vitis vinifera* (RIZZON; LINK, 2006).

2.2.2 Isabel Precoce

Uvas da cultivar Isabel Precoce apresentam características agrônômicas muito próximas às da cultivar Isabel, porém, possuem um período de maturação bastante antecipado (cerca de 35 dias), o que oportuniza um maior número de safras anuais. Além do mais, esta cultivar apresenta outras características favoráveis, como: elevado vigor e fertilidade, alta capacidade produtiva, maturação uniforme, alta intensidade de aroma, sabor foxado, alto teor de açúcares (18-20°Brix) e baixa acidez (CAMARGO, 2004; RITSCHER; CAMARGO, 2007).

2.2.3 Uva Híbrida: BRS Violeta

‘BRS Violeta’ foi obtida a partir de cruzamento ‘BRS Rúbea’ x ‘IAC 1398-21’, realizado na Embrapa Uva e Vinho, e lançada em 2005, como uma nova cultivar de uva para suco e vinho de mesa (RITSCHER; CAMARGO, 2007). É uma cultivar que se adapta bem, tanto no sul, sob condições de clima temperado e subtropical, como em regiões tropicais, e apresenta bom

comportamento em relação às doenças fúngicas e às podridões do cacho, devendo ser protegida preventivamente para o controle de míldio (CAMARGO; MAIA; NACHTIGAL, 2005).

As uvas da cultivar BRS Violeta, apresentam intensa coloração violácea, sabor ‘aframboezado’ característico, elevado teor de açúcar, e acidez relativamente baixa, podendo ser utilizadas tanto para a elaboração de vinho tinto de mesa como para a elaboração de sucos puros (varietais), ou combinados em cortes ou em misturas com variedades tradicionais, como ‘Isabel Precoce’ que é pobre em substâncias corantes, conferindo assim, uma cor mais atrativa ao suco (CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2010).

2.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos ou polifenóis resultam do metabolismo secundário dos vegetais, são essenciais para o crescimento e reprodução vegetal e se formam em condições de estresse, como infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros. Além de atuarem como agentes antipatogênicos, os compostos fenólicos também contribuem na pigmentação e em frutas e vegetais, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (ANGELO; JORGE, 2007; MELO et al., 2008; MELO, 2010).

Quimicamente, os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que possuem em sua estrutura um ou mais anéis aromáticos, ligados às hidroxilas (OH), podendo também apresentar outros grupos substituintes em sua estrutura, como ésteres, metil-ésteres e glicosídeos (ANGELO; JORGE,

2007; PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005; SILVA et al., 2010; SOARES et al., 2008).

A maior parte dos compostos fenólicos não é encontrada no estado livre na natureza, mas sob a forma de ésteres ou de heterosídeos, sendo, portanto, solúveis em água e em solventes orgânicos polares. Além disso, possuem, em geral, características ácidas, podendo ser isolados através de sua solubilidade em soluções fracamente básicas como, por exemplo, em solução de carbonato de sódio (CARVALHO et al., 1999).

Os compostos fenólicos são metabolizados através de duas rotas metabólicas: pela via do ácido chiquímico e do ácido malônico (Figura 1), (CARVALHO; GOSMANN; SCHENKEL, 2010), utilizando intermediários do metabolismo de carboidratos ou em resposta a reações de estresse. A rota do ácido chiquímico participa na biossíntese da maioria dos fenóis vegetais, enquanto a rota do ácido malônico possui maior relevância no metabolismo de microrganismos e pouca significância no metabolismo de vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

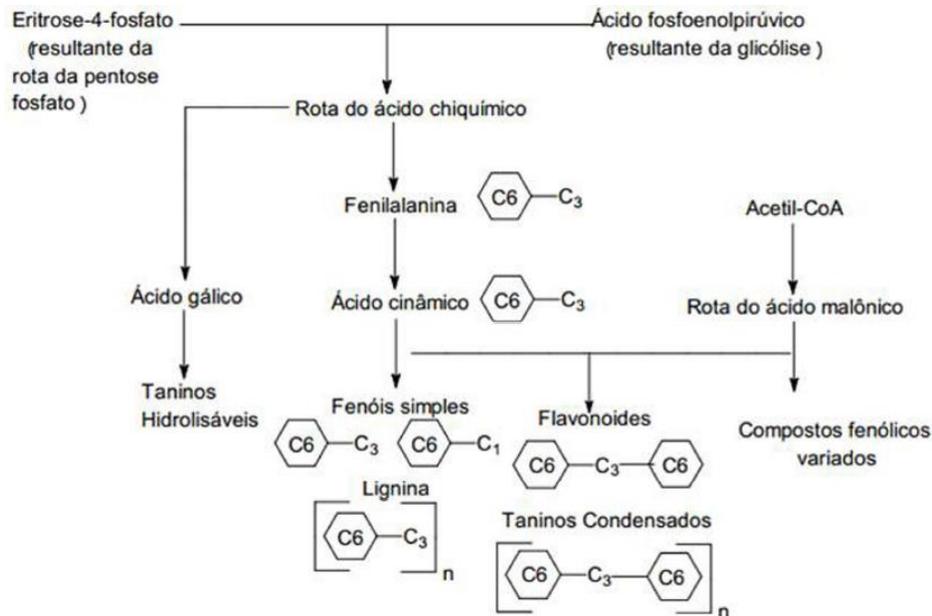


Figura 1 Compostos fenólicos biossintetizados a partir da rota do ácido chiquímico e a da rota do ácido malônico

Fonte: Taiz e Zeiger (2013)

Uvas e vinhos se destacam por serem grandes fontes de compostos fenólicos, porém, a grande diversidade fenólica entre cultivares resulta em uvas e vinhos com diferentes características (BURIN et al., 2011; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). A composição fenólica de uvas e vinhos depende de muitas condições, tais como safra, maturação, clima, solo, técnicas de plantio, vinificação e extração empregadas (CHIRA et al., 2009; TEISSEDE; LANDRAULT, 2000; ZHU-MEY et al., 2010). Na uva, os compostos fenólicos estão presentes nos tecidos das sementes (5 a 8%), casca dos frutos (1 a 2%), engaço (1 a 4%) e nos caules e ramos. Também estão presentes nos derivados da

uva (0,1 a 0,3% em vinho tinto) (AMERINE; JOSLYN, 1987). As uvas que são esmagadas com engaço, casca e semente geram maiores quantidades desses compostos.

Os compostos fenólicos das uvas podem ser classificados em flavonóides e não-flavonóides. Do primeiro grupo, fazem parte os flavanóis, flavonóis e antocianinas, e ao segundo grupo pertencem os ácidos fenólicos, estilbenos e taninos. Além destes compostos, pode-se encontrar também o resveratrol, polifenol pertencente à classe dos estilbenos (ABE et al., 2007).

Na classe dos flavanóis, também denominados de flavan-3-óis, as catequinas e epicatequinas presentes principalmente em sementes de uvas (Figura 2), são os principais compostos fenólicos responsáveis pelo sabor e adstringência (ABE et al., 2007).

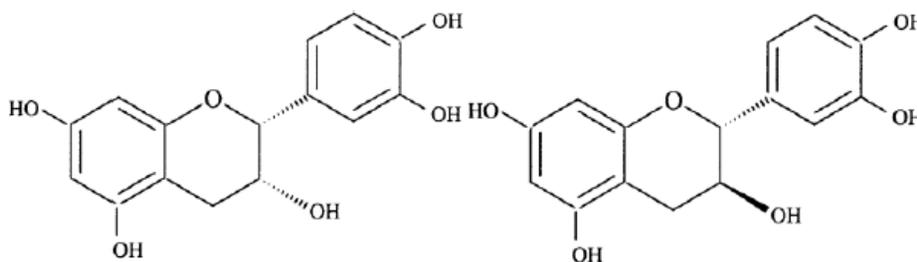


Figura 2 Estrutura química dos flavanóis: (+) catequina e (-) epicatequinas
Fonte: Vitrac et al. (2002)

Na classe dos flavonóis, os principais constituintes estudados são: quercetina, miricetina e caempferol (Figura 3). Segundo Jackson (1994), os flavonóis são pigmentos amarelos da uva e são encontrados principalmente na película, e geralmente, ligados a açúcares como glicose, rafinose e o ácido

glucorônico. O flavonol predominante nas cultivares de *Vitis vinífera* é o kaempferol, enquanto que nas cultivares de *Vitis labrusca* é a quercetina. Os flavonóis se acumulam nas cascas e folhas das plantas porque a sua síntese é estimulada pela luz (PRICE et al., 1995).

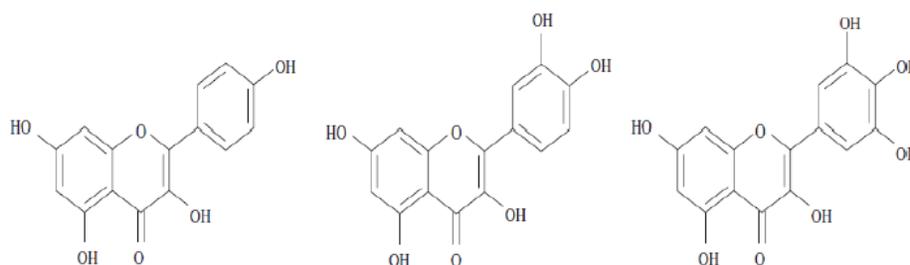


Figura 3 Estrutura química dos flavonóis: kaempferol, quercetina e miricetina
Fonte: Makris, Kallithraka e Kefalas (2006)

As antocianinas são um grupo de pigmentos naturais presentes em vegetais e são amplamente distribuídas na natureza, conferindo cores como o vermelho-alaranjado, rosa, vermelho, violeta, azul e roxo de diversas plantas. A estabilidade da cor das antocianinas pode ser melhorada através da copigmentação, que aumenta a intensidade da cor, sendo os flavonóis os mais eficazes na copigmentação das antocianinas (MALIEN-AUBERT; DANGLES; AMIOT, 2001). Nas videiras, elas acumulam-se nas folhas durante a senescência e são responsáveis pela coloração das cascas das uvas tintas, sendo encontradas também na polpa de algumas variedades de uvas.

Em uvas, as antocianinas geralmente ocorrem como glicosídeos, uma vez que os açúcares conferem maior estabilidade à molécula. Podem estar associadas às moléculas de glicose, galactose, ramnose, xilose ou arabinose.

Quando presentes na forma de agliconas, as antocianinas são denominadas de antocianidinas (LEE; RENNAKER; WROLSTAD, 2008; WANG; STONER, 2008).

As antocianidinas são a estrutura básica das antocianinas (Figura 4). As seis antocianidinas de ocorrência mais comuns em plantas comestíveis são a cianidina (50 %), pelargonidina (12 %), peonidina (12 %), delphinidina (12 %), petunidina (7 %), e a malvidina (7 %) (KONG et al., 2003).

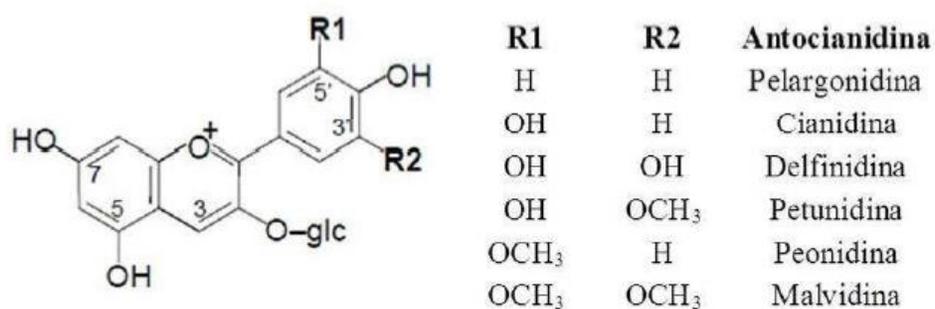


Figura 4 Estruturas das antocianidinas mais comuns em alimentos de origem vegetal
Fonte: Adaptado de Pascual-Teresa, Moreno e García-Vigueira (2010)

Os ácidos fenólicos, representados pelos ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos, são os componentes não flavonóides mais abundantes em uvas e, nos sucos, podem apresentar teores altamente variáveis (de traços a 430 mg L⁻¹) (FERRANDINO; GUIDONI, 2010). Estes compostos se encontram distribuídos na casca e na polpa da uva, e seus teores diminuem com o amadurecimento, havendo variações consideráveis na proporção desses compostos entre cultivares. São incolores em solução hidroalcoólica, mas podem tornar-se amarelos depois da oxidação (PERES JUNIOR, 2009).

Os estilbenos, outra classe de compostos fenólicos não flavonóides, são encontrados especialmente nas uvas, sendo o resveratrol o principal representante da classe, e extensivamente estudado por seus inúmeros efeitos positivos sobre a saúde, devido ao seu potencial antioxidante (FERREIRA, 2004).

Já os taninos, de peso molecular relativamente alto, são importantes por apresentar efeitos anti-inflamatórios, anticarcinogênico e cicatrizante. São constituídos pela união de moléculas de ácido gálico, ácido elágico glicosilado ou proantocianidinas (taninos condensados) (MONTEIRO et al., 2005; SIMONETTI et al., 2002). O elevado peso molecular dos taninos confere aos alimentos em que eles estão presentes, uma sensação de adstringência, além de estarem envolvidos em alguns efeitos funcionais (DREWNOWSKI; GOMEZ-CARNEROS, 2000).

2.4 Estresse oxidativo

Em condições fisiológicas normais, os radicais livres são formados em proporções que podem ser controladas pelos mecanismos defensivos celulares, porém, a falta de equilíbrio entre a produção de oxidantes e a concentração de defesas antioxidantes leva ao chamado estresse oxidativo (SALVADOR; HENRIQUES, 2004; SOUZA, 2008).

O estresse oxidativo resulta de situações onde há diminuição nos níveis das enzimas e/ou moléculas antioxidantes, aumento na produção de radicais livres, ou por ambos os processos simultaneamente (SALVADOR; HENRIQUES, 2004; SOUZA, 2008). Estes radicais livres são formados durante

os processos fisiológicos de oxidação, ou seja, durante o processo de oxidação do oxigênio, utilizado para converter os nutrientes dos alimentos absorvidos em energia, sendo esta reação produzida no citoplasma, nas mitocôndrias e nas membranas celulares (ARAÚJO, 2009; SOUZA, 2008). Podem provocar reações em cadeia causando danos oxidativos aos lipídios, proteínas e ácidos nucléicos, podendo levar ao desenvolvimento de muitas doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas, Alzheimer, e está envolvido no processo de envelhecimento (GONÇALVES, 2008; PEREIRA; VIDAL; CONSTANT, 2009; ROESLER et al., 2007).

2.5 Antioxidantes

Os antioxidantes são compostos que possuem a capacidade de reagir com os radicais livres, retardando ou prevenindo sua oxidação, quelando os íons metálicos e prevenindo a oxidação lipídica e, assim, restringindo os efeitos prejudiciais ao organismo (OLIVEIRA, 2009; SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDARA, 1992). Os radicais livres são moléculas que podem ser orgânicas, inorgânicas ou átomos, que contêm um ou mais elétrons não pareados. Devido a essa configuração, esses radicais são altamente reativos, levando a reações em cascata (YU; ANDERSON, 1997). Em condições normais, o sistema de defesa antioxidante pode controlar os efeitos indesejáveis dos radicais livres. O controle das condições ambientais e/ou utilização de substâncias antioxidantes podem reduzir ou evitar a oxidação através da inibição do desencadeamento das reações oxidativas (ALLEN; HAMILTON, 1983).

A atividade antioxidante pode ser medida através do monitoramento da inibição da oxidação de um substrato sensível. Para determinar um perfil completo da atividade antioxidante, diversos testes são necessários, uma vez que as reações de oxidação compreendem uma série de reações e mecanismos. Os métodos mais utilizados para avaliar a capacidade antioxidante incluem a capacidade de absorvência do radical oxigênio (ORAC), poder de redução como FRAP, poder em sequestrar radicais livres como teste de ABTS e DPPH e inibição da peroxidação lipídica como TBARS. Esses métodos diferem nos princípios dos testes e nas condições experimentais (NINFALI, et al. 2005; SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

As uvas (particularmente as variedades tintas) contêm grande quantidade de compostos fenólicos e têm sido amplamente estudadas e, como tal, constituem uma boa fonte de antioxidantes (ALONSO et al., 2003; HOGAN et al. 2010; XU et al., 2012). Além disso, o suco da uva pode diminuir o risco de doenças cardiovasculares e a pressão arterial, e ser benéfico à saúde devido a presença dos polifenóis totais, os quais podem proteger o coração pelo efeito antioxidante. Os polifenóis totais, também chamados de flavonóides, encontrados na uva e no suco da uva, têm mostrado que, como o vinho, também previne a oxidação do colesterol LDL, que leva à formação de placas de aterosclerose nas paredes das artérias e diminui a pressão sanguínea (VINSON, 2001).

2.6 Irradiação gama

O processo de irradiação, dependendo da dose utilizada, é um processo físico, comparável à pasteurização, que consiste na exposição de um dado alimento, embalado ou não, por um tempo prefixado, a um dos três tipos de energia ionizante: raios gama, raios X ou feixe de elétrons. As irradiações gama são produzidas a partir do núcleo excitado de elementos radioativos como Cobalto 60 (^{60}Co) e o Césio 137 (^{137}Cs) (BARROS, 2016; FRANCO; LANDGRAF, 2008; JAY; LOESSNER; GOLDEN, 2005). Apenas as fontes de ^{60}Co e ^{137}Cs são consideradas para uso comercial, devido à produção de raios gama de energias adequadas, disponibilidade e custo, sendo que a fonte de ^{60}Co é a que tem maior aceitação, por apresentar-se na forma metálica e ser insolúvel em água, proporcionando assim, maior segurança ambiental (EHLERMANN, 1990; FOOD IRRADIATION, 1996).

A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) aprovou, mediante a RDC n. 21 de 26 de janeiro de 2001 o regulamento técnico para irradiação de alimentos, estabelecendo que qualquer alimento pode ser tratado por radiação desde que a dose mínima absorvida seja suficiente para atender a finalidade pretendida e a dose máxima absorvida seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e ou os atributos sensoriais do alimento, não sendo estipulado valor numérico máximo para a dose permitida (BRASIL, 2001a).

Para Hallman (1999), uma das maiores vantagens da utilização da irradiação como método de conservação sobre os demais métodos são: ganho de tempo, pois a irradiação pode ser aplicada em poucos minutos; ela não deixa

resíduos no alimento, pois apenas os raios gama entram em contato com o alimento, sem qualquer risco de contaminação radioativa; pode ser aplicada em uma ampla gama de frutos; evita a recontaminação do alimento, pois durante o processo o mesmo já pode estar embalado; processo a frio, que evita danos causados pelo aumento de temperatura aos alimentos e possibilita a irradiação de produtos resfriados e congelados. Como desvantagens do uso da irradiação têm-se o alto custo inicial e dificuldade em se estabelecer as doses, pois, determinadas doses, podem provocar a morte de alguns insetos, no entanto, outros ainda podem ser encontrados vivos.

A aplicação da técnica de irradiação em alimentos é utilizada para estender a vida útil e evitar problemas fitossanitários em produtos consumidos *in natura* ou processados, inibindo brotações, matando insetos e microrganismos (GROLICHOVA; DVOŘÁK; MUSILOVA, 2004).

A irradiação em frutas e hortaliças tem como principal interesse estender a vida pós-colheita de muitos produtos perecíveis, por prolongar o armazenamento pelo atraso do amadurecimento e senescência, bem como reduzir significativamente o apodrecimento causado por fungos e bactérias patogênicas. No entanto, o seu uso tem alguns inconvenientes, pois em doses superiores à tolerada pelo fruto, provoca desordens fisiológicas como o amolecimento acentuado da polpa, o escurecimento da casca e a perda de aroma e sabor nos produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; KAFERSTEIN; MOY, 1993).

As doses de radiação são quantificadas em termos de energia absorvida pelo produto irradiado, sendo que dose de um Kilogray (kGy) corresponde à absorção de 1 Kilojoule por quilograma de produto irradiado. A dose de

radiação gama, normalmente aplicada aos alimentos, pode ser dividida em radurização (0,05 a 1,0 kGy), cuja finalidade é inibir brotamentos (batata, cebola, alho etc), retardar o período de amadurecimento das frutas, deterioração fúngica em frutas e hortaliças, e de controlar infestação por insetos e ácaros em cereais, farinhas, frutas etc; radicação ou radiopasteurização (1,0 a 10 kGy) cuja função é semelhante a de pasteurizar sucos, de retardar a deterioração de carnes frescas, dentre outras e, radapertização ou esterilização comercial (10,0 a 70 kGy), onde as doses são elevadas e utilizadas na esterilização de carnes, chás, temperos, dietas e outros produtos processados (FELLOWS, 2006; JAY; LOESSNER; GOLDEN 2005).

A FAO estima que 20-30% de toda a produção mundial é perdida pela ação de insetos, bactérias e roedores. O uso da técnica de irradiação para a conservação de alimentos, por si só, não soluciona todos os problemas de perdas, pois, ao contrário dos métodos químicos convencionais, a irradiação não possui efeito residual, devendo-se preservar em condições assépticas o alimento após ser irradiado, evitando assim, uma nova reinfestação.

Damayanti, Sharma e Kundu (1992), prolongaram o período de conservação pós-colheita, em abacaxis cv. 'Queen', pelo controle de fungos causadores de podridões, utilizando doses de irradiação gama entre 0,05 e 0,25 kGy. Germano, Arthur e Wiendl (1996), trabalhando com abacates da variedade 'Fortuna', conseguiram, através da aplicação de irradiação gama, um incremento no armazenamento refrigerado de quatro dias para dose de 0,08 kGy e de oito dias para dose de 0,1 kGy, que inicialmente era de sete dias. Cia et al. (2000) recomendam doses de irradiações gama entre 0,5 e 2 kGy, no controle de *Botritis cinerea*, em uva 'Itália'.

Fan e Mattheis (2001), trabalhando com maçãs (cv. Gala), conseguiram inibir a produção de diversos compostos aromáticos produzidos pelo amadurecimento dos frutos, utilizando tratamentos com 1-metilciclopropeno e irradiação. Verruma-Bernardi e Spoto (2003) relataram que doses entre 1,5 a 3,0 kGy interferiram na qualidade sensorial de suco de laranja, alterando a cor, sabor e grumosidade da bebida. Toledo et al. (2007), reduziram os componentes antinutricionais da soja, com o aumento da dose de irradiação. Lee et al. (2009), relataram que o suco de tamarindo fresco pronto para beber, apresentou aumento significativo no conteúdo total de antioxidantes, sem ter havido nenhuma alteração sensorial até 5,0 KGy. Houve, inclusive, melhoria na cor do suco fresco e irradiado durante o armazenamento.

Em castanhas, a irradiação gama parece não afetar o valor nutricional e moléculas individuais (por exemplo, açúcares, amido e ácidos graxos), ao passo que o tempo de armazenamento o faz. Além disso, protege os antioxidantes, tais como tocoferóis e compostos fenólicos, e preserva a maior atividade antioxidante em comparação com castanhas não irradiadas (ANTONIO et al., 2012).

Barros (2016), trabalhando com bebida mista de extrato hidrossolúvel de soja e suco de uva, relatou que somente a partir da dose de 2 kGy eliminou-se os bolores e leveduras do suco de uva e que a dose de 4 kGy associada a refrigeração e ao conservante, foi indicada para a bebida mista, preservando suas características fitossanitárias, físico-químicas, bioquímicas e sensoriais.

2.7 Aspecto sensorial do suco de uva

A análise sensorial pode ser definida como o conjunto dos métodos e das técnicas que permitem perceber, identificar e apreciar, pelos órgãos do sentido, um certo número de propriedades, ditas organolépticas, dos alimentos (PEYNAUD, 1997). É uma técnica muito utilizada para avaliar as características sensoriais de alimentos e bebidas, sendo importante no meio enológico para se avaliar o produto de uma safra de uvas, de diferentes cultivares, tratamentos, bem como sua aceitação.

O suco de uva tinto deve apresentar cor violácea ‘viva’ típica da variedade da qual foi elaborado, sendo que a tonalidade vermelha atijolada é indicativo de suco de uva oxidado. O suco deve ter características sensoriais marcantes da fruta que o gerou, e apresentar um gosto doce predominante, mas não excessivo em relação a sua acidez. Uma das qualidades mais desejadas é o equilíbrio entre o gosto doce e ácido, porém, na boca, o suco de uva não deve apresentar gosto de cozido, de mofo ou outro gosto estranho desagradável (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Em relação ao olfato, o suco de uva brasileiro caracteriza-se por apresentar aroma intenso de *Vitis labrusca*. O aroma típico das bebidas elaboradas com uvas desta variedade caracterizam-se pelo aroma ‘foxado’, muito apreciado pelos consumidores de suco de uva. O termo ‘foxado’ se refere a vegetal e não a animal, como o nome poderia sugerir, já que deriva do inglês ‘fox’ que significa raposa. Essa característica aromática é considerada agradável pelos consumidores brasileiros, americanos e japoneses, habituados com esse

tipo de produto (CAMARGO; MAIA, 2004; RIZZON; MENEGUZZO, 2007; TECCHIO et al., 2007).

Segundo Pontes et al. (2010), o suco integral é um produto com a maior intenção de compra e aceitação, e o menos consumido quando comparado ao néctar ou ao suco reconstituído. Os néctares estão mais disponíveis comercialmente, possuem embalagens mais práticas e menor preço, o que, provavelmente, tem influência no consumo. O suco de uva em sua concentração original, e sem adição de outros ingredientes, é uma bebida que agrega benefícios nutricionais e funcionais, aportando antioxidantes à alimentação, em quantidades importantes.

2.8 Segurança microbiológica

As contaminações microbiológicas são as principais causadoras de deterioração de bebidas. A ocorrência delas está diretamente relacionada com a falta de monitoramento de matérias-primas, falta de limpeza nos equipamentos e áreas de manipulação ou a realização da limpeza de forma incorreta ou ineficaz, e falta de higiene durante o processamento por parte dos colaboradores (ANIRSF, 2007).

As uvas, naturalmente, são portadoras de uma grande carga microbiana constituída principalmente por leveduras, fungos e bactérias que ficam localizadas na pruína, cera que reveste a casca da uva. Esses microrganismos são transferidos ao suco durante o processamento do mesmo. Durante o esmagamento das bagas, os microrganismos passam da pruína para o suco, causando deterioração (MARZAROTTO, 2005).

O suco de uva serve de meio de cultura para vários tipos de microrganismos, principalmente devido ao seu pH, porcentagem de água e nutrientes constituintes, que servem de substrato para o seu desenvolvimento, podem causar precipitações e mudanças nas características sensoriais.

A qualidade, em geral, e os atributos de segurança do alimento, são importantes elementos para a tomada de decisão dos consumidores. Como conceito incorporado à segurança, a qualidade relaciona-se à perspectiva de que os alimentos disponíveis para o consumo sejam seguros e adequados tanto do ponto de vista nutricional quanto sanitário (SPERS, 2003).

O controle de qualidade sanitária em alimentos é realizado, principalmente, através da pesquisa de microrganismos indicadores que, segundo Franco e Landgraf (2008), são grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, além de poderem indicar condições sanitárias inadequadas durante a produção ou armazenamento. Os principais grupos de microrganismos indicadores de qualidade são mesófilos, psicrotróficos e termófilos, bolores e leveduras, assim como coliformes totais e termotolerantes e enterobactérias.

Fungicidas e conservantes químicos são o principal meio de controle de doenças e deterioração em frutas e hortaliças. No entanto, o uso desses compostos tem sido cada vez mais restrito, devido ao potencial carcinogênico, toxicidade residual, longos períodos de degradação, além da poluição ambiental (UNNIKISHNAN; NATH, 2002). Com isso, o uso de irradiação gama, como

método de conservação, vem se destacando como uma das técnicas mais utilizadas para o controle de patógenos e prolongamento da vida pós-colheita.

REFERÊNCIAS

ABE, L. T. et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca L.* e *Vitis vinifera L.* **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. **Rancidity in foods**. London: Applied Science, 1983. 199 p.

ALONSO, B. A. M. et al. Study of the polyphenol content of red and white grape varieties by liquid chromatography-mass spectroscopy and its relationship to antioxidant power. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 1012, p. 31-38, 2003.

AMERINE, M. A.; JOSLYN, M. A. **Composition of grapes and distribution of phenolics from table wines, the technology of their production**. Berkeley: University of California Press, 1987. p. 234-238.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ANIRSF. Associação Nacional dos Industriais de refrigerantes e sumos de frutos. **Código de boas práticas de higiene e guia de aplicação do HACCP para as indústrias de refrigerantes, sumos de frutos e néctares**. 2007. Disponível em: <http://extranet.probeb.pt/upload/documentos/203_Higiene_HACCP_RSF_ANIRSF.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.

ANTONIO, A. L. et al. Effects of gamma radiation on the biological, physico-chemical, nutritional and antioxidant parameters of chestnuts: a review. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 50, p. 3234-3242, 2012.

AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Blucher. 2001. v. 4. 523 p.

ARAÚJO, P. F. **Antioxidante de néctar de amora-preta (*Rubus spp.*) e sua influência sobre os lipídios séricos, glicose sanguínea e peroxidação lipídica em hamsters (*mesocricetus auratus*) hipercolesterolêmicos**. 2009. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2009.

BARROS, E. A. **Produção de bebida mista de extrato hidrossolúvel de soja e suco de uva submetida a diferentes doses radiação gama**. 2016. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 259, de 31 de maio de 2010. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília, 2010. 24 p.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001a. Aprova o Regulamento técnico para irradiação de alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 jan. 2001a.

_____. Instrução Normativa n. 1, de 07 de janeiro de 2000. Aprova os regulamentos técnicos para fixação dos padrões de identidade para polpa e suco de fruta, conforme consta no anexo II desta instrução normativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 5-58.

BRUCH, K. L. **Nem tudo que tem uva é suco**. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2012. 12 p.

BURIN, V. M. et al. Cabernet Sauvignon wines from two different clones, characterization and evolution during bottle ageing. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 44, n. 9, p. 1931-1938, 2011.

CAMARGO, A. C.; MAIA, J. D. G.; NACHTIGAL, J. C. **BRS Violeta**: nova cultivar de uva para suco e vinho de mesa. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2005. 8p. (Comunicado Técnico, 63).

CAMARGO, U. A. **Isabel Precoce**: alternativa para a vitivinicultura brasileira. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2004, 6 p. (Comunicado Técnico, 54).

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G. **BRS Cora**: nova cultivar de uva para suco, adaptada a climas tropicais. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2004. 7 p. (Comunicado Técnico, 53).

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. **Novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2010. 64 p.

CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Compostos fenólicos: simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 1. ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 1999. v. 1, p. 433- 450.

_____. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2010, 1104 p.

CHIRA, K. et al. Grape variety effect on proanthocyanidin composition and sensory perception of skin and seed tannin extracts from Bordeaux wine grapes (Cabernet Sauvignon and Merlot) for two consecutive vintages (2006 and 2007). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 2, p. 545-553, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CIA, P.; BENATO, E. A.; ANJOS, V. D. A.; VIEITES, R. L. Efeito da irradiação na conservação de uva 'Itália'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22. p. 62-67, 2000. (Número Especial).

DAMAYANTI, M.; SHARMA, G. J., KUNDU, S. C. Gamma radiation influences postharvest disease incidence of pineapple fruits. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 807-808, 1992.

DIAS, J. F. **Determinação dos conteúdos de resveratrol em vinhos tintos de duas regiões brasileiras**. 2009. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

DREWNOWSKI, A.; GOMEZ-CARNEROS, C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, n. 6, p. 1424-1435, dec. 2000.

EHLERMANN, D. A. E. Food irradiation. In: SPIESS, W. E. L.; SCHUBERT, H. **Engineering and food: preservation processes and related techniques**. London: Elsevier Applied Science, 1990. v. 2, p. 760-773.

FAN, X.; MATTHEIS, J. P. 1-Methylcyclopropene and storage temperature influence responses of 'Gala' apple fruit to gamma irradiation. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 143-151, 2001.

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

FERRANDINO, A.; GUIDONI, S. Anthocyanins, flavonols and hydroxycinnamates: an attempt to use them to discriminate *Vitis vinifera* L. cv 'Barbera' clones. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 230, n. 3, p. 417-427, 2010.

FERREIRA, J. C. T. D. O vinho e a medicina. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, Sorocaba, v. 6, n. 1, p. 49-52, jan./mar. 2004.

FIGUEIREDO, F. Irradiação de alimentos. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, v. 6, n. 30, p. 96-98, 1990.

FOOD IRRADIATION. **A Guidebook**: agricultural service division. 2. ed. Rome Italy: FAO, Technomic Publishing, 1996. 232p.

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

GERMANO, R. M. de A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates *Pérsia americana* MILL., variedade Fortuna e Quintal, por irradiação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 2/3, n. 53, p. 249-53, 1996.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. 3. ed. Porto Alegre: Renascença, 2008.

GONÇALVES, A. E. S. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas nativas e determinação dos teores de compostos flavonóides e vitamina C**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2008.

GROLICHOVA, M.; DVOŘÁK, P.; MUSILOVA, H. Employing ionizing radiation to enhance food safety—a review. **Acta Veterinaria Brno**, v. 73, n. 1, p. 143-149, 2004.

GUERRA, C. C.; TONIETTO, J. Fatores de qualidade e vinhos. In: GUERRA, C. C. (Ed.). Uva: para processamento pós-colheita. Brasília (DF): Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Bento Gonçalves (RS): Embrapa Uva e Vinho, 2003. 22-4 p. (Frutas do Brasil, 36).

HALLMAN, G. J. Ionizin gradation quarantine treatments against tephritid fruit flies. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 16, p. 93-106, 1999.

HOGAN, S. et al. Antioxidant rich grape pomace extract suppresses postprandial hyperglycemia in diabetic mice by specifically inhibiting alpha-glucosidase. **Nutrition & Metabolism**, v. 7, p. 71, 2010.

IEMMA, J. et al. Radiação gama na conservação do suco natural de laranja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1193-1198, 1999.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho. **Pesquisa mapeia hábitos de consumo do suco de uva 100%**. Bento Gonçalves, 2015. Disponível em: <<http://www.sucodeuvadobrasil.com.br/noticias/pesquisa-mapeia-habitos-de-consumo-do-suco-de-uva-100-por-cento>>. Acesso em: 13 out. 2015.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Setor vitivinícola cresce 4,6% em vendas no primeiro semestre**. Bento Gonçalves, 2015. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/noticias/278.php>>. Acesso em: 06 out. 2015.

JACKSON, R. S. **Wine Science: principles and applications**. San Diego: Academic, 1994.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. Radiation protection of foods and nature of microbial radiation resistance. In: JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. (Eds.). **Modern Food Microbiology**. 7. ed. New York: Springer, 2005. p. 371-390.

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

KONG, J. M. et al. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, Oxford, v. 64, n. 5, p. 923-933, 2003.

KOON, A. F. **Processamento e caracterização de néctar misto de frutas e hortaliças (beterraba, cenoura, carambola e morango)**. 2000. 214 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.

KRIKORIAN, R. et al. Concord grape juice supplementation and neurocognitive function in human aging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, p. 5736-5742, 2012.

LEE, J.; RENNAKER, C.; WROLSTAD, R. E. Correlation of two anthocyanin quantification methods: HPLC and spectrophotometric methods. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 110, n. 3, p. 782-786, 2008.

LEE, J. W. et al. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready-to-use tamarind juice during storage. **Food Science and Technology**, Oxford, v. 42, p. 101-105, 2009.

LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 188, p. 384-392, 2015.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **EMBRAPA: Sistema de Produção de Uvas Rústicas para Processamento em Regiões Tropicais do Brasil**. 2005. Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/cultivares.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

MAKRIS, D. P.; KALLITHRAKA, S.; KEFALAS, P. Flavonols in grapes, grape products and wines: Burden, profile and influential parameters. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 5, p. 396-404, 2006.

MALIEN - AUBERT, C.; DANGLES, O.; AMIOT, M. J. Color stability of commercial anthocyanin - based extract in relation of the phenolic composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, p.170-176, 2001.

MARZAROTTO, V. Suco de uva. In: VETURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado.** São Paulo, Edgard Blucher, 2005.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2014.** Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1025934/1/ComunicadoTecnico175.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2015.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2006.** Bento Gonçalves, 2007. Disponível em: <<http://cnpuv.embrapa.br/publica/artigos>>. Acesso em: 13 out. 2015.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de fruta. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 44, n. 2, abr./jun. 2008.

MELO, P. S. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais.** 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2010.

MONTEIRO, J. M. et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

NINFALI, P. et al. Antioxidant capacity of vegetable, spices, dressing relevant to nutrition. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 93, n. 2, p. 257–266, 2005.

OLIVEIRA, A. C. et al. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 689-702, maio/jun. 2009.

PASCUAL-TERESA, S.; MORENO, D. A.; GARCÍA-VIGUERA, C. Flavanols and anthocyanins in cardiovascular health: a review of current evidence. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 11, n. 4, p. 1679-703, 2010.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 231-247, 2009.

PERES-JUNIOR, A. **A estabilidade de cor como fator determinante na comercialização de vinhos tintos de mesa**. 2009. 34 f. Monografia (Graduação em Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS, Bento Gonçalves, RS, 2009.

PEYNAUD, E. **Connaissance et travail du vin**. 2. ed. Paris: Dunod, 1997. 341p.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005. 95 p.

PINHEIRO, E. S. **Avaliação dos aspectos sensoriais, físico-químicos e minerais do suco de uva da variedade Benitaka (*Vitis vinifera* F.).** 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2008.

PIVA, R. **Adubação de videiras cultivares Isabel e Bordô (*Vitis labrusca* L.) para sistema orgânico de produção.** 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro Oeste- Unicentro, Paraná, PR, 2011.

PONTES, P. R. B. et al. Atributos sensoriais e aceitação de sucos de uva comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 313-318, 2010.

PORTO, A. L. da S. **Estudo da Actividade Antioxidante de Catequinas e Procianidinas Oligoméricas.** 2002. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal, 2002.

PRICE, S. F. et al. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 46, p. 187-194, 1995.

QUINTEROS, E. T. T. **Processamento e estabilidade de néctares de acerola cenoura.** Campinas, 1995. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Handbook of enology.** 2. ed. New York: J. Wiley and Sons, 2006.

RITSCHER, P.; CAMARGO, U. A. **O programa de melhoramento de uva e o segmento de sucos**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2007.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. Suco de uva. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 45 p.

RIZZON, L. A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 689-692, 2006.

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 1998.

ROESLER, R. et al. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. A. P. **Radicais livres e a resposta celular ao estresse oxidativo**. Ulbra, 2004. 204 p.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Science and Technology International**, London, v. 8, p. 121-137, 2002.

SANTANA, M. T. A. Caracterização de diferentes marcas de sucos de uva comercializados em duas regiões do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 882-886, 2008.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBILIZ, M. G. B.. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SIMONETTI, P. et al. Procyanidins from *Vitis vinifera* seeds: in vivo effects on oxidative stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 21, p. 6217-6222, sept. 2002.

SMITH, J. S.; PILLAI, S. Irradiation and food safety. **Food Technology**, Chicago, v. 58, n. 11, p.48-55, 2004.

SOARES, M. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOUZA, J. C. **Atividade antioxidante in vitro e in vivo de suco de uva e da norbixina**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

SPERS, E. E. **Mecanismos de regulação da qualidade e segurança em alimentos**. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, SP, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TECCHIO, F. M.; MIELE, A.; RIZZON, L. A. Características sensoriais do vinho Bordô. Pesquisa Agropecuária Brasileira. **Notas Científicas**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 897-899, 2007.

TEISSEDRE, P.; LANDRAULT, N. Wine phenolics: contribution to dietary intake and bioavailability. **Food Research International**, Kidlington, v. 33, n. 6, p. 461-467, July 2000.

TOLEDO, T. C. F. et al. Composição, digestibilidade protéica e desaminação em cultivares brasileiras de soja submetidas à radiação gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 812-815, 2007.

UCHÔA JÚNIOR, P. P. M. **Produção de um “blend” de suco de abacaxi (Ananas Comosus) clarificado e carbonatado**. 2001. 96 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

UNNIKRISHNAN, V.; NATH, B. S. Hazardous chemicals in foods. **Indian Journal of Dairy and Bioscience**, New Delhi, v. 11, p. 155-158, 2002.

URBAIN, W. M. General effects of ionizing radiation on foods. In: _____. **Food irradiation**. Orlando: Academic Press, 1986b. chap. 5, p. 118-123.

VAUZOUR, D. et al. Polyphenols and human health: Prevention of disease and mechanisms of action. **Nutrients**, Basel, v. 2, p. 1106-1131, 2010.

VEDANA, M. I. S. **Efeito do processamento na atividade antioxidante da uva**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

VERRUMA-BERNARDI, M. R.; SPOTO, M. H. F. Efeito da radiação gama sobre o perfil sensorial de suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 28-32, 2003.

VITRAC, X. et al. Direct liquid chromatographic analysis of resveratrol derivatives and flavonols in wines with absorbance and fluorescence detection. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 458, n. 1, p. 103-110, apr. 2002.

VINSON, J. A. et al. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 11, p. 5315-5321, oct. 2001.

WANG, L. S.; STONER, G. D. Anthocyanins and their role in cancer prevention. **Cancer Letters**, Kidlington, v. 269, n. 2, p. 281-290, 2008.

XU, Y. et al. Quantification of anthocyanidins in the grapes and grape juice products with acid assisted hydrolysis using LC/MS. **Journal of Functional Foods**, v. 4, p. 710-717, 2012.

YU, T. W.; ANDERSON, D. Ractive oxygen species induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 379, n. 2, p. 201-210, apr. 1997.

ZHU-MEY, X. et al. The effect of vineyard cover crop on main monomeric phenols of grape berry and wine in *Vitis Vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon, **Agricultural Sciences in China**, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 440-448, 2010.

CAPÍTULO 2 ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE *BLENDS* DE SUCO UVA SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE IRRADIAÇÃO GAMA

RESUMO

O suco de uva em sua concentração original e sem adição de outros ingredientes, tem despertado o interesse dos consumidores por agregar benefícios nutricionais e funcionais. O emprego da radiação em bebidas tem sido estudado como alternativa, visando o aumento dos compostos antioxidantes. Neste trabalho, teve-se por objetivo, avaliar a atividade antioxidante, os compostos fenólicos e o teor de vitamina C e antocianinas dos *blends*, de sucos de uva tratados com diferentes doses de irradiação gama, armazenados por 120 dias, à temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$). As uvas foram colhidas, higienizadas, sanitizadas, e a baga removida. A produção do *blend* de Isabel Precoce x Bordô x BRS Violeta (33% + 33% + 34%) foi realizada por arraste de vapor, acondicionados em frascos de vidro âmbar, e foi aplicada a irradiação gama nas doses de 0,0 kGy; 1,0 kGy; 1,5 kGy e 2,0 kGy. Realizou as seguintes análises: cor (L^* , Chroma, $^{\circ}\text{Hue}$), pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, fenólicos totais, atividade antioxidante (DPPH e β -caroteno/ácido linoleico), antocianinas totais e vitamina C. Com base nos resultados, os *blends* de suco de uva submetidos à irradiação gama na dose de 2,0 kGy, apresentou o maior conteúdo de antioxidantes nos tempos de armazenamento intermediários e o maior aumento de vitamina C até os 90 dias. Aos 120 dias, o teor de sólidos solúveis e relação sólidos solúveis/acidez titulável foram maiores no *blend* irradiado com 1,0 kGy e o maior valor de fenólicos totais foi observado no *blend* irradiado com 1,5 kGy.

Palavras-chaves: Compostos fenólicos. Atividade antioxidante. Antocianinas. Vitamina C.

ABSTRACT

Whole grape juice in its original concentration, without the addition of other ingredients has aroused consumers' interest by adding nutritional and functional benefits. The use of radiation in beverages has been studied as an alternative to increase antioxidant compounds. In this work grape juice *blends* treated with different doses of gamma irradiation for 120 days at room temperature ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$) were evaluated regarding their antioxidant activity, phenolic compounds and content of vitamin C and anthocyanins. Grapes were harvested, cleaned, sanitized and the barriers removed. The production of Isabel Precoce x Bordo x BRS Violeta (33% + 33% + 34%) *blend* was performed by vapor dragging, packed in amber glass bottles and stored at room temperature for 120 days. The gamma irradiation doses applied were 0.0 kGy; 1.0 kGy; 1.5 kGy and 2.0 kGy. The following analyzes were carried out: color (L^* , Chroma, $^{\circ}$ Hue), pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS / TA ratio, total phenolics, antioxidant activity (DPPH and β -Carotene / linoleic acid), total anthocyanins and vitamin C. Based on the results, grape juice *blends* submitted to gamma irradiation at a dose of 2.0 kGy promoted the highest content of antioxidants in the intermediate storage times and the highest increase of vitamin C up to 90 days. After 120 days, SS and SS / TA were higher in the *blend* irradiated with 1.0 kGy. The highest value of total phenolics was observed in the *blend* irradiated with 1.5 kGy.

Keywords: Phenolic compounds. Antioxidant activity. Anthocyanins. Vitamin C.

1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, se observa uma demanda crescente dos consumidores por uma variedade de frutas em sua dieta. Esse aumento do consumo de frutas é motivado por vários fatores que levam às modificações nos hábitos alimentares, como maior cuidado com a saúde e aspectos nutritivos dos alimentos. Neste contexto, a uva se destaca por apresentar uma grande quantidade de compostos fenólicos capazes de capturar radicais livres, combatendo assim, o estresse oxidativo, e prevenindo doenças cancerígenas, neurológicas, dentre outras.

Nos últimos anos, o consumo do suco de uva integral apresentou aumento, e com isso, o cultivo de uvas e o processamento das mesmas também sofreu crescimento (IBRAVIN, 2015). Nutritivo e com sabor agradável, estudos têm revelado que o suco de uva pode trazer benefícios à saúde por conter os poderosos antioxidantes, chamados flavonóides, aos quais se atribuem os bons efeitos, prevenindo diversas doenças.

Para que a qualidade do suco se mantenha desde a colheita até os consumidores, várias técnicas de conservação são utilizadas, dentre elas, a irradiação gama, utilizada com o objetivo de aumentar o período de tempo no qual esses produtos ainda estarão adequados para o consumo.

A irradiação gama é um método simples e seguro, e emergiu como alternativa aos conservantes químicos, visando a preservação e o armazenamento de alimentos em longo prazo, sendo o cobalto-60, a fonte de radiação gama mais utilizada. É um processo físico no qual a alta energia ionizante passa através de um produto alvo e não deixa nenhum resíduo

radioativo no alimento, aumentando sua segurança pela inativação de microrganismos, sem deixar resíduos químicos (KHATTAK; SIMPSON, 2010).

O aumento das doses de radiação gama nos alimentos têm gerado resultados satisfatórios, não somente na redução de microrganismos, mas também no aumento nos teores de vitamina C, compostos fenólicos e antioxidantes em frutos e bebidas (GUIMARÃES et al., 2013; LEE et al., 2009; NARESH et al., 2014).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho, foi avaliar a atividade antioxidante, os compostos fenólicos e o teor de vitamina C, e antocianinas dos *blends* de suco de uva submetido a diferentes doses de irradiação gama (0,0 kGy; 1,0 kGy; 1,5 kGy e 2,0 kGy), armazenados por 120 dias à temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$).

2 MATERIAL E MÉTODOS

As uvas Isabel Precoce, Bordô e BRS Violeta, foram adquiridas da fazenda experimental da EPAMIG de Caldas-MG, pertencentes à safra 2015/2016.

Após a colheita, as uvas foram transportadas em caixas, para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG, Brasil) e mantidas em câmara fria a $10^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 12 horas. Em seguida, foi realizada a degrana manual e sanitização com hipoclorito de sódio 100 mg L^{-1} por 10 minutos, com o intuito de remover resíduos provenientes da colheita e microrganismos aderidos à superfície.

A produção do *blend* Isabel Precoce x Bordô x BRS Violeta (33% + 33% + 34%) foi realizada no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, empregando o protocolo tecnológico sugerido por Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998), usando um equipamento artesanal por arraste de vapor a $75^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 1 hora. Neste tipo de processamento, o vapor produzido pela panela foi o responsável pela extração do *blend*, não havendo, portanto, prensagem dos frutos. Após esta etapa, o *blend* foi imediatamente envasado em frascos de vidro âmbar de 100 mL e transportados para o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear (CDTN/CNEN), em Belo Horizonte-MG, para aplicação de irradiação gama nas doses de 1,0 kGy, 1,5 kGy e 2,0 kGy, e uma amostra controle (0,0 kGy), por meio da fonte de Cobalto-60 tipo Gammabeam-650.

Após a irradiação, os *blends* foram encaminhados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, e mantidos em temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$) por 120 dias.

As seguintes análises foram realizadas nos dias 0, 30, 60, 90 e 120 de armazenamento: cor (L^* , chroma e $^{\circ}\text{Hue}$), pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), antocianinas totais, atividade antioxidante (DPPH e β -caroteno/ácido linoléico), fenólicos totais e vitamina C.

Para avaliar a coloração dos *blends* de suco de uva foi utilizado o colorímetro Minolta, modelo CR 400, no sistema Commission Internationale de Eclairage (CIE, 1978), pesquisando-se as coordenadas L^* , a^* e b^* . Os valores de a^* e b^* obtidos pela leitura dos *blends* foram empregados no cálculo da cromaticidade e da tonalidade, conforme recomendações de McGuire (1992).

A análise do conteúdo total de antocianinas foi realizada seguindo-se o método do pH diferencial, proposto por Giusti e Wrolstad (2001), sendo os resultados expressos em $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de suco.

A mensuração do pH foi feita empregando-se um pHmetro Tecnal (Tec 3M) com eletrodo de vidro, conforme recomendações da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2012). Os sólidos solúveis dos *blends* foram determinados utilizando-se refratômetro digital ATAGO PR-100, com compensação de temperatura automática, sendo os resultados expressos em % de sólidos solúveis, de acordo com técnica da AOAC (2012). A acidez titulável também foi determinada por metodologia sugerida pela AOAC (2012), realizando-se titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ até viragem a pH 8,2-8,4, sendo os resultados expressos em (%) de ácido

tartárico. Para o cálculo da relação SS/AT, foi realizada a divisão do teor de sólidos solúveis pela acidez titulável.

A análise de vitamina C foi realizada pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4-dinitrofenilidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967) e, os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de suco.

Para a obtenção dos extratos antioxidantes foi utilizada a metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), adaptada por Rufino et al. (2006, 2007a, 2007b). Os extratos obtidos foram utilizados para a determinação da atividade antioxidante, por meio das metodologias de fenólicos totais, DPPH e β-caroteno/ácido linoleico.

O teor de fenólicos totais foi determinado de acordo com o método adaptado de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100 mL da amostra (mg EAG 100 mL⁻¹).

A determinação da atividade antioxidante dos *blends* pelo método DPPH foi realizada segundo a metodologia descrita por Rufino et al. (2007a). Os resultados foram expressos EC₅₀ em mL de suco g⁻¹ de DPPH.

A avaliação da atividade antioxidante dos *blends* pelo sistema β-caroteno/ácido linoleico seguiu protocolo recomendado por Rufino et al. (2007b). Os resultados foram expressos em % inibição da oxidação do sistema contra a oxidação.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4 x 5), composto por quatro tratamentos (0; 1,0; 1,5 e 2,0 kGy), e cinco tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias), com 3 repetições. O teste de Tukey a 5% de probabilidade foi utilizado para comparar

os tratamentos dentro de cada tempo. Os modelos de regressão polinomiais, utilizados para tempo de armazenamento, foram selecionados com base na significância do teste F de cada modelo testado, e pelo coeficiente de determinação. A análise estatística foi realizada utilizando o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as análises apresentaram interação significativa entre as doses de irradiação e o tempo de armazenamento para os *blends* de suco de uva tratados com irradiação gama.

Os tratamentos apresentaram um aumento no valor L* no final do tempo de armazenamento, atingindo valores médios de 11,09; 12,55; 11,42 e 12,09 para as doses de 0 (controle), 1,0 kGy, 1,5 kGy e 2,0 kGy, respectivamente (Figura 1A). Observa-se que o tratamento controle exibiu menores valores durante todo o tempo de armazenamento, ou seja, uma coloração mais escura. Concomitante aos valores L*, o tratamento controle apresentou o maior conteúdo de antocianinas totais entre as doses de irradiação, sofrendo uma redução ao longo do tempo de armazenamento (Figura 1B). Arjedh, Barzegar e Ali Sahari (2015) também relataram um aumento dos valores L* em suco de cereja submetida a diferentes doses de irradiação gama (0,5 a 6,0 kGy) e armazenadas a 4°C por 60 dias, decorrente das alterações ocorridas com as antocianinas, sendo os valores das amostras irradiadas maiores que a da amostra controle. Segundo Malacrida e Motta (2006), o aroma, sabor e cor do suco, podem sofrer mudanças durante o armazenamento devido à redução de antocianinas monoméricas e formação de pigmentos poliméricos, sendo que as reações responsáveis por essas transformações incluem a condensação direta entre antocianinas e flavonóis e a polimerização das próprias antocianinas.

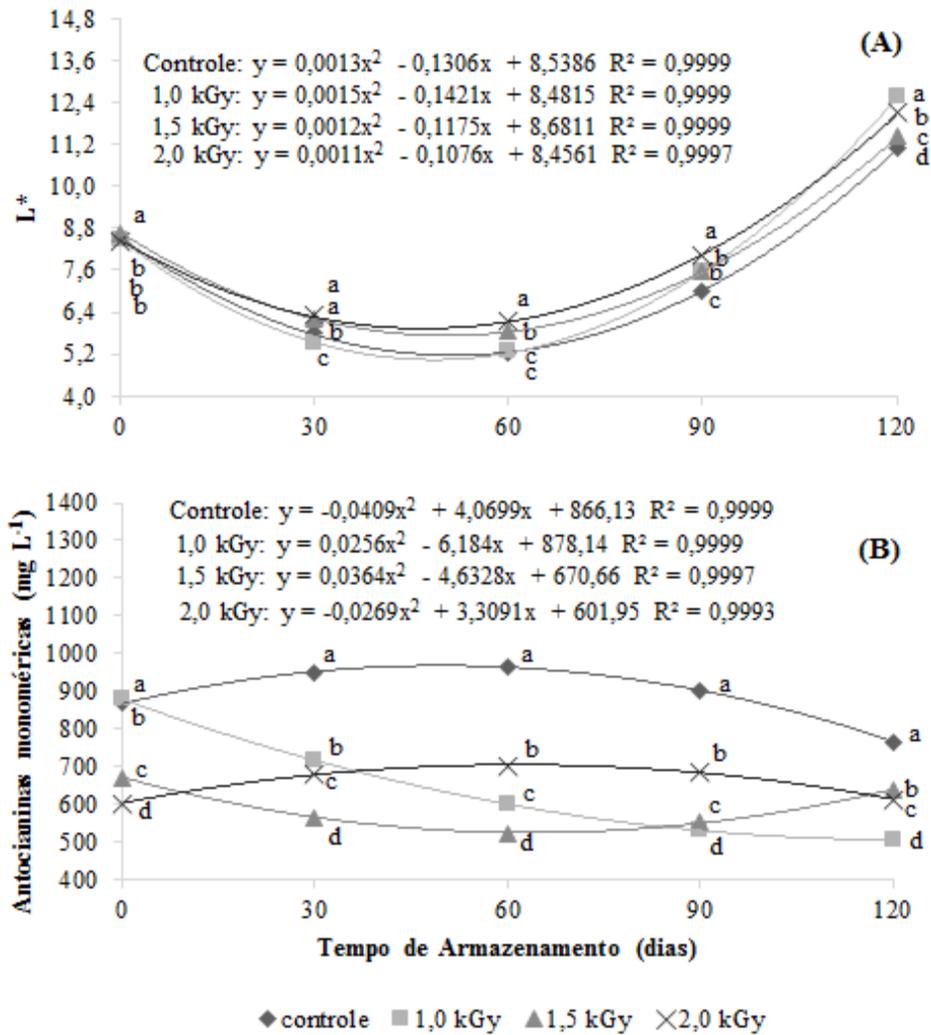


Figura 1 Valores médios de L^* (A) e de antocianinas totais (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à cromaticidade (Chroma), que indica a intensidade da cor, os tratamentos apresentaram uma queda nos valores de chroma ao longo do armazenamento (Figura 2A), sugerindo que *blends* ficaram com as cores mais opacas, sendo o tratamento irradiado com a dose de 1,5 kGy, o que apresentou maiores valores de chroma nos tempos 30, 60 e 90 dias (5,50, 5,43 e 4,75 respectivamente), e o tratamento irradiado com a dose de 1,0 kGy nos tempos 0 e 120 dias de armazenamento (5,36 e 3,73 respectivamente). Esta alteração na cor dos *blends* pode ter ocorrido, provavelmente, em função da ação dos radicais livres, oriundos da irradiação gama, sobre as antocianinas presentes nos *blends*, as quais podem sofrer hidrólise glicosídica (LEE et al., 2009) ou até serem degradadas (MOHAJER et al., 2014). Já a tonalidade ($^{\circ}$ Hue), observa-se na Figura 2B, que os tratamentos controle e irradiado com a dose de 1,0 kGy tiveram seus valores reduzidos até os 60 dias seguido de um aumento ao final do armazenamento e, os *blends* irradiados com as doses de 1,5 e 2,0 kGy, apresentaram uma queda linear ao longo do tempo, sugerindo que os *blends* sofreram alteração nos tons de roxo (306-342 $^{\circ}$ Hue) (MINOLTA, 1998), sendo o tratamento irradiado com a dose de 1,0 kGy, o que apresentou maiores valores de $^{\circ}$ Hue nos tempos 0, 90 e 120 dias (338,73, 333,01 e 338,42, respectivamente) e o *blend* irradiado com a dose de 1,5 kGy nos tempos 30, 60 e 90 dias de armazenamento (334,5, 333,54 e 333,01, respectivamente).

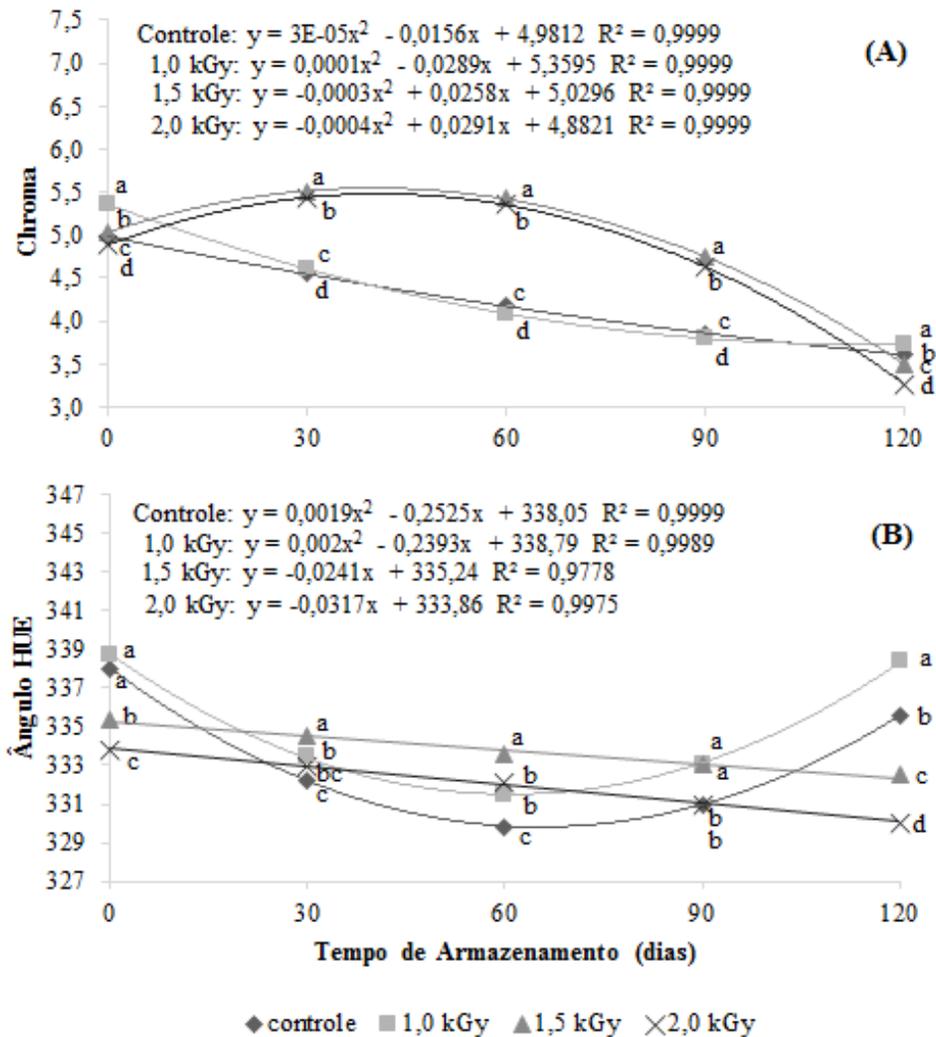


Figura 2 Valores médios de Chroma (A) e °Hue (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A caracterização físico-química dos *blends* de suco de uva é de extrema importância, pois auxilia na observação dos aspectos que tornarão o produto aceito ou não pelo consumidor. Foi possível observar na Figura 3A, um aumento no pH para os tratamentos irradiados até os 60 dias e para o controle até os 30 dias e, a seguir, uma queda desses valores até o final do armazenamento, sendo o tratamento controle o que apresentou maiores valores de pH ao longo do armazenamento. Este resultado concorda com Harder et al. (2009), que ao analisarem néctar de kiwi irradiado (0, 0,5, 1,0 e 2,0 kGy), observaram uma redução nos valores de pH com o aumento das doses de irradiação, resultando em um néctar mais ácido. No que se refere à acidez titulável (Figura 3B), a legislação brasileira estabelece um mínimo de 0,49% de ácido tartárico (BRASIL, 2000; 2010). Sendo assim, todos os tratamentos ficaram acima do nível mínimo estabelecido para acidez titulável, sendo o tratamento controle, o que apresentou menores valores ao longo do armazenamento. Os tratamentos apresentaram uma redução da acidez, indicando que os *blends* ficaram menos ácidos ao longo do tempo, possivelmente devido à complexação dos ácidos orgânicos com minerais presentes no *blend*, com exceção do *blend* irradiado com a dose de 2,0 kGy, que apresentou aumento da acidez titulável ao longo do armazenamento. Segundo Angelo e Jorge (2007), altas doses de irradiação gama são capazes de induzir mudanças na estrutura das moléculas, como a separação dos ácidos fenólicos complexados a açúcares e proteínas, possibilitando sua detecção nessa análise. Este resultado concorda com Arjedh, Barzegar e Ali Sahari (2015), que ao analisarem suco de cereja irradiado (0,5 a 6 kGy), observaram que a dose de 6 kGy aumentou significativamente a acidez titulável, principalmente o ácido málico e oxálico.

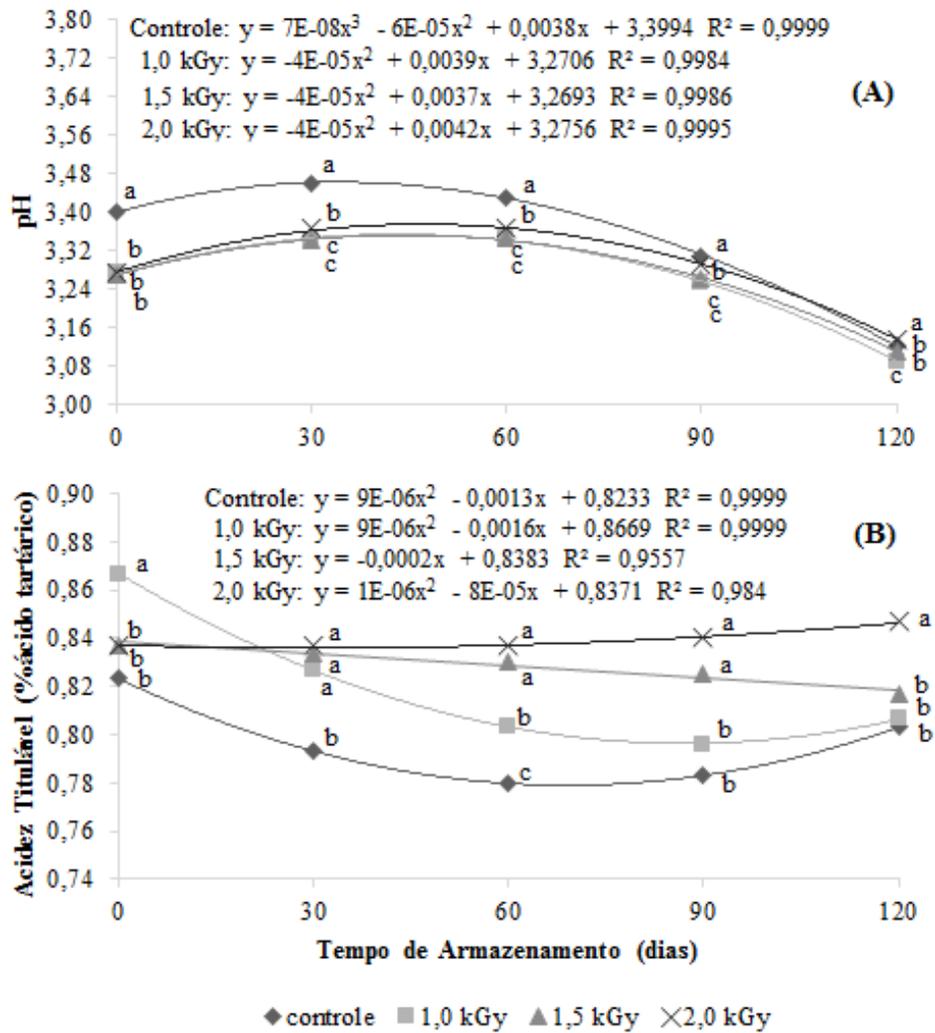


Figura 3 Valores médios de pH (A) e acidez titulável (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao teor de sólidos solúveis (Figura 4A), os tratamentos apresentaram uma redução nos teores de sólidos solúveis até os 60 dias e em seguida aumentaram até o final do armazenamento, com exceção do tratamento controle que continuou decaindo. Esta diminuição nos teores de sólidos solúveis pode estar relacionada com o aumento da vitamina C (Figura 5A), uma vez que os açúcares são utilizados como substrato para a produção de vitamina C (ALOS; RODRIGO; ZACARIAS, 2013). Já o aumento nos teores de sólidos solúveis, acredita-se que a irradiação gama após alguns dias, possa ter rompido as gliconas, liberando açúcar e, conseqüentemente, aumentado os teores de sólidos. O tratamento controle foi o que apresentou maior teor de sólidos solúveis nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias (12,33%, 12,20%, 12,10% e 12%, respectivamente) e, ao final do armazenamento, o *blend* irradiado com a dose de 1,0 kGy foi o que apresentou maior teor de sólidos solúveis (12,22%). Este resultado concorda com Harder et al. (2009) e Spoto e Verruma-Benardi (2002), que observaram um aumento no teor de sólidos solúveis em néctar de kiwi e suco de laranja, respectivamente, irradiados com diferentes doses de irradiação gama. Porém, contradiz Arjedh, Barzegar e Ali Sahari (2015) que não observaram alteração nos valores de sólidos solúveis em suco de cereja, submetido a diferentes doses de irradiação gama (0,5 a 6,0 kGy).

Outro importante atributo a ser avaliado nos sucos é a relação SS/AT, pois é um indicativo da qualidade dos mesmos, uma vez que traça um parâmetro entre quantidades de açúcares e ácidos presentes na fruta e, assim, define as características de sabor dos sucos. A legislação brasileira recomenda que os valores de SS/AT estejam entre 15 e 45 (BRASIL, 2000; 2010). Sendo assim, observa-se na Figura 4B, que somente o tratamento controle apresentou-se

acima dos parâmetros estabelecidos para a relação sólidos solúveis/acidez titulável, nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias (15,03, 15,40, 15,50 e 15,32, respectivamente) e ao final do armazenamento, somente o *blend* irradiado com a dose de 1,0 kGy foi o que se apresentou acima do parâmetro estabelecido pela legislação (15,17).

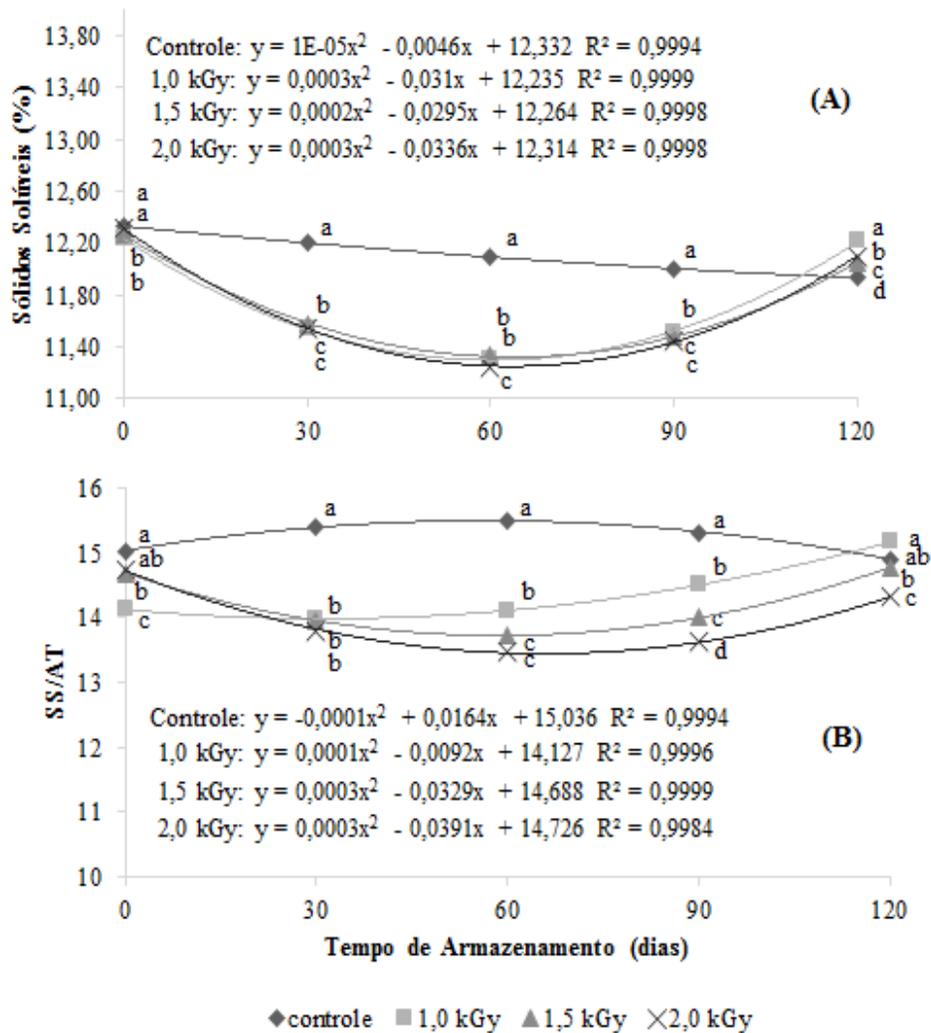


Figura 4 Valores médios de sólidos solúveis (A) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao teor de vitamina C (Figura 5A), nota-se que houve um aumento nos teores para os tratamentos controle e irradiado com a dose de 1,5 até os 60 dias, e para o tratamento irradiado com a dose de 2,0 kGy até os 90 dias de armazenamento, sendo o controle, o que exibiu o maior teor ($76,70 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$), e o irradiado com a dose de 2,0 kGy, o que apresentou o maior aumento (92,82%). Este aumento no teor de vitamina C pode ser devido ao decréscimo de sólidos solúveis (Figura 4A), uma vez que os açúcares são utilizados como substrato para a produção de vitamina C (ALOS et al., 2013). Ao final do armazenamento, estes mesmos tratamentos apresentaram uma ligeira queda nos teores de vitamina C, atingindo valores médios de $63,41 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$. Já o tratamento irradiado com a dose de 1,0 kGy, apresentou uma redução ao longo do armazenamento, sendo no tempo 0 dias o que exibiu maior teor de vitamina C ($73,18 \text{ mg } 100\text{mL}^{-1}$). Esta redução significativa pode ser devido à atuação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase) ou pela ação de enzimas oxidantes, como a peroxidase (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em framboesas submetidas à irradiação gama (0; 0,5; 1,0 e 2,0 kGy) e armazenadas a 1°C por 12 dias, os frutos tratados com as doses de 1,0 e 2,0 kGy apresentaram um aumento no teor de vitamina C durante o armazenamento, enquanto que as doses de 0 e 0,5 kGy apresentaram os maiores valores até 9 dias, e decresceu no final do armazenamento, mostrando os valores mais baixos (GUIMARÃES et al., 2013). Harder et al. (2009) observaram que as irradiações nas doses de 1 e 2 kGy resultaram num decréscimo de 50% no teor de vitamina C, em néctar de kiwi. Em uvas, a vitamina C figura como um dos micronutrientes majoritários e de acordo com Sun et al. (2002), sua presença certamente contribui para a

atividade antioxidante observada nesta fruta, visto que a vitamina C é um potente agente antioxidante.

Os compostos fenólicos, em conjunto com compostos como a vitamina C, são responsáveis pela atividade antioxidante total de alimentos, e agem impedindo a formação de radicais livres, que contribui positivamente para a saúde humana (ROMERO et al., 2009). Todos os tratamentos aumentaram o conteúdo de compostos fenólicos (Figura 5B) ao longo do armazenamento, sendo que no tempo 0 dias os tratamentos irradiados com as doses de 1,0 e 2,0 kGy foram os que apresentaram maiores valores (183,09 mg 100mL⁻¹). Aos 30, 60 e 90 dias, o tratamento que exibiu o maior valor foi o controle (210,04, 274,70 e 359 mg 100mL⁻¹, respectivamente). Já ao final do armazenamento, o tratamento irradiado com a dose de 1,5 kGy, foi o que apresentou o maior valor de fenólicos totais (513,52 mg 100mL⁻¹). O aumento dos compostos fenólicos totais pode ser devido à liberação de compostos fenólicos de componentes glicosídicos e à degradação de compostos fenólicos maiores em menores, durante a irradiação gama, tal como sugerido por Harrison e Were (2007). Neste caso a irradiação foi eficiente, pois, possivelmente, ela possa ter atuado como estressor abiótico, ativando mecanismos de defesa, induzindo ao metabolismo secundário, e sintetizando compostos envolvidos na proteção ao estresse oxidativo (HENRIQUE et al., 2016). Além disso, sabe-se que a irradiação é um excelente método de conservação de materiais vegetais e alimentos, com a finalidade de esterilizá-los ou preservá-los com a inativação de microrganismos. Porém, irradiação gama com doses entre 0,5 a 10 kGy, pode desencadear mudanças físico-químicas em materiais de origem vegetal, sendo estas mudanças peculiares a cada espécie.

Este resultado concorda com Lee et al. (2009) e Naresh et al. (2014), que observaram um aumento nos compostos fenólicos totais em suco de tamarindo e suco de manga, respectivamente, irradiados com diferentes doses de radiação gama. Guimarães et al. (2013), estudando o efeito da irradiação gama em framboesas armazenadas a 1°C por 12 dias, observaram que os frutos tratados com as doses de 1,0 e 2,0 kGy apresentaram maiores teores de compostos fenólicos totais ao final do armazenamento.

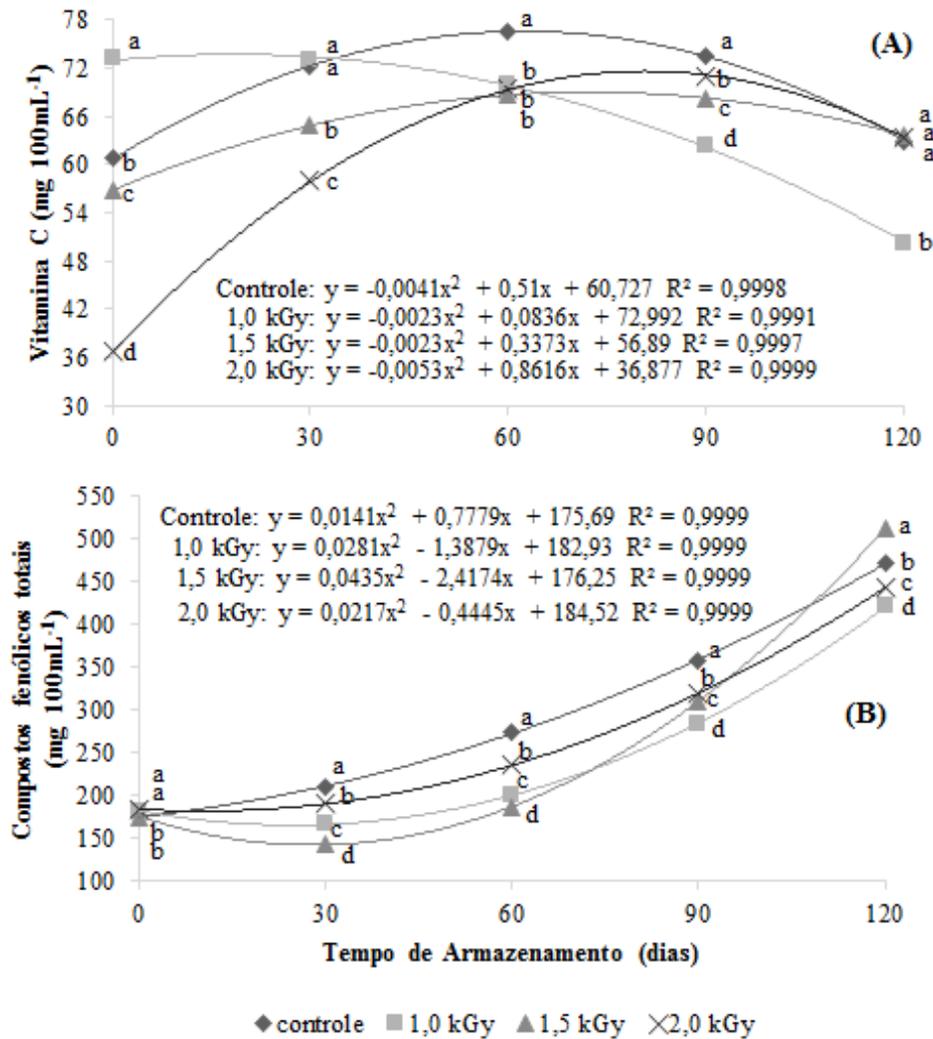


Figura 5 Valores médios de vitamina C (A) e compostos fenólicos totais (B) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Ribeiro et al. (2008), os antioxidantes podem ser definidos como quaisquer substâncias que, presentes em baixas concentrações, quando comparadas a um substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação desse substrato de maneira eficaz. Antolovich et al. (2002) sugerem a realização de mais de um método de análise de antioxidantes, para que cada método contribua para a elucidação de uma parte do complexo fenômeno de inibição da oxidação biológica. Com base neste pressuposto, pode-se destacar entre os diversos métodos disponíveis, o sistema de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico e o método de captura dos radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), cujas metodologias empregam mecanismos de ação distintos (ARUOMA, 2003; FRANKEL; MEYER, 2000). Ao comparar os valores da capacidade antioxidante total determinada pelo método DPPH EC_{50} no tempo 0 com os valores desta mesma variável no tempo 120 (Figura 6A), verifica-se que o tratamento irradiado com a dose de 1,5 kGy foi o único que apresentou aumento ao final do armazenamento, enquanto que os demais tratamentos diminuiram, considerando-se que, valores mais baixos de EC_{50} indicam uma maior atividade antioxidante. Além disso, observa-se que à medida que o tratamento irradiado com a dose de 2,0 kGy diminuía, os teores de compostos fenólicos e vitamina C desse tratamento aumentava (Figura 5), uma vez que estes dois grupos de moléculas estão altamente relacionadas com a atividade antioxidante *in vitro* (RUFINO et al., 2010).

Em relação à capacidade antioxidante total determinada pelo método β -caroteno/ácido linoleico (Figura 6B), todos os tratamentos apresentaram uma redução da % de proteção ao longo do armazenamento, sendo o tratamento irradiado com a dose de 2,0 kGy o que apresentou maior % de proteção durante

todo o período de armazenamento. Observa-se que à medida que o EC_{50} do tratamento irradiado com a dose de 1,5 kGy aumentava, a atividade antioxidante detectada pelo método β -caroteno/ácido linoleico diminuía. O comportamento oposto dessas variáveis é consistente, uma vez que quanto maior o EC_{50} , menor o desempenho da amostra em sequestrar o radical DPPH, isto é, menor a atividade antioxidante da amostra.

Pode-se sugerir então, que durante o armazenamento ocorreu uma diminuição do percentual de sequestro de radicais livres, independente da radiação. Esta capacidade que os subprodutos do processamento de uva possuem de prevenir a oxidação lipídica é um benefício importante, pois estes compostos antioxidantes atuam no bloqueio da oxidação de lipoproteínas plasmáticas. As perdas totais de atividade antioxidante podem ser atribuídas à oxidação de polifenóis e às reações de polimerização, que podem reduzir o número de grupos hidroxilas livres.

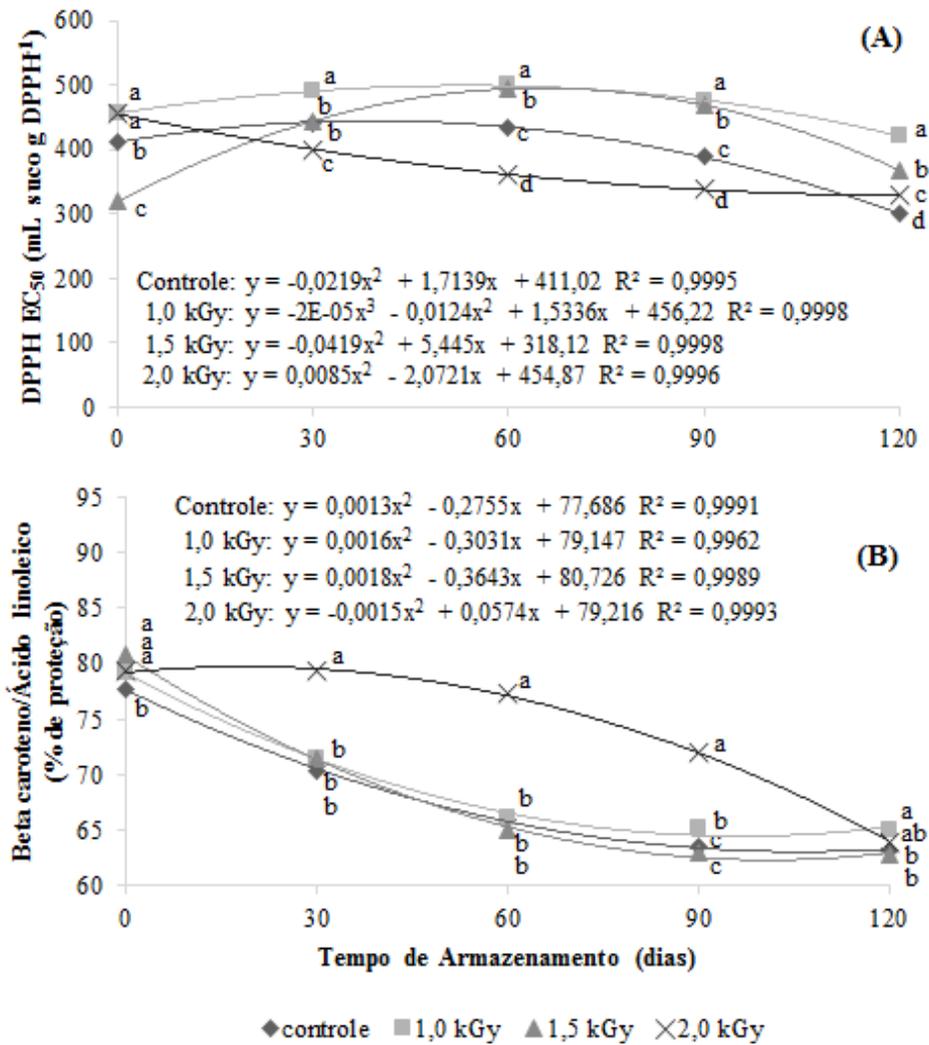


Figura 6 Valores médios de atividade antioxidante (DPPH EC₅₀ (A) e β-caroteno/ácido linoleico (B)) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama armazenados por 120 dias à temperatura ambiente. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÃO

A irradiação gama na dose de 2,0 kGy promoveu nos *blends* de suco de uva, o maior conteúdo de antioxidantes nos tempos de armazenamento intermediários (30, 60 e 90 dias), e o maior aumento de vitamina C até 90 dias.

Aos 120 dias, o teor de sólidos solúveis e relação sólidos solúveis/acidez titulável, foram maiores no *blend* irradiado com 1,0 kGy e, o maior valor de fenólicos totais, foi observado no tratamento irradiado com 1,5 kGy.

REFERÊNCIAS

ALOS, E.; RODRIGO, M. J.; ZACARIAS, L. Transcriptomic analysis of genes involved in the biosynthesis, recycling and degradation of L-ascorbic acid in pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). **Plant Science**, Netherlands, v. 207, p. 2-11, 2013.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ANTOLOVICH, M. et al. Methods for testing antioxidant activity, **Analyst**, Cambridge, v. 127, p. 183-198, 2002.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 19th ed. Arlington, VA: AOAC, 2012.

ARUOMA, O. I. Methodological characterizations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods, **Mutation Research**, Amsterdam, v. 9, p. 523-524, 2003.

ARJEH, E.; BARZEGAR, M.; ALI SAHARI, M. Effects of gamma irradiation on physicochemical properties, antioxidant and microbial activities of sour cherry juice. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 114, p. 18-24, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regimento Interno aprovado pela Portaria nº 259, de 31 de maio de 2010. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília, 2010. 24 p.

_____. Instrução Normativa n. 1, de 07 de janeiro de 2000. Aprova os regulamentos técnicos para fixação dos padrões de identidade para polpa e suco de fruta, conforme consta no anexo II desta instrução normativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 5-58.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

FRANKEL, E. N.; MEYER, A. S. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biology antioxidants. **Journal of Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 1925-1941, 2000.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins: characterization and measurement with uv-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: J. Wiley, 2001. cap. 1. p. 1-13.

GUIMARÃES, I. C. et al. Physicochemical and microbiological quality of raspberries (*Rubus idaeus*) treated with different doses of gamma irradiation. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, p. 316-322, 2013.

HARDER, M. N. C. et al. Determination of changes induced by gamma radiation in nectar of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 78, p. 579-582, 2009.

HARRISON, K.; WERE, L. M. Effect of gamma irradiation on total phenolic content yield and antioxidant capacity of Almond skin extracts. **Food Chemistry**, Barking, v. 102, n. 3, p. 932-937, 2007.

HENRIQUE, P. C. et al. Color, physicochemical parameters and antioxidant potential of whole grape juices subject to different UV-C radiation doses. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 226-234, 2016.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho. **Setor vitivinícola cresce 4,6% em vendas no primeiro semestre**. Bento Gonçalves, 2015. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/noticias/278.php>>. Acesso em: 06 out. 2015.

KHATTAK K. F.; SIMPSON T. J. Effect of gamma irradiation on the antimicrobial and free radical scavenging activities of Glycyrrhiza glabra root. **Radiation Physical Chemistry**, Oxford, v. 79, p. 507-512, 2010.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997.

LEE, J. W. et al. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready-to-use tamarind juice during storage. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 42, n. 1, p. 101-105, 2009.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

MARZAROTTO, V. Suco de Uva. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Org.). **Bebidas Não Alcoólicas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. p. 359-384.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 1254-1555, 1992.

MINOLTA, K. **Precise color Communication**: Color control from perception to instrumentation. 1998. Disponível em: <<http://www.konicaminolta.com>>. Acesso em: 06 out. 2016.

MOHAJER, S. et al. Stimulatory effects of gamma irradiation on phytochemical properties, mitotic behaviour, and nutritional composition of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop). **The Scientific World Journal**, New York, 2014.

NARESH, K. et al. Enhancing antioxidant activity, microbial and sensory quality of mango (*Mangifera indica* L.) juice by γ -irradiation and its in vitro radioprotective potential. **Journal of Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 52, n. 7, p. 4054-4065, 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R foundation for statistical computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 02 set. 2016.

RIBEIRO, S. M. R. et al. Efeitos pró e antioxidantes dose-dependente de compostos bioativos. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. (Org.) **Alimentos funcionais**: benéficos para a saúde. Viçosa: UFV2008. p. 235-60.

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 1998.

ROMERO, I. et al. Influence of the stage of ripeness on phenolic metabolism and antioxidant activity in table grapes exposed to different CO₂ treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 54, n. 2, p. 118-121, 2009.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/ácido linoleico. Fortaleza: Embrapa, 2006. (Comunicado Técnico).

_____. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa, 2007a. 4 p. (Comunicado Técnico, 127).

_____. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β caroteno – ácido linoléico. Fortaleza: Embrapa, 2007b. 4 p. (Comunicado técnico, 126)

_____. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SPOTO, M. H. F.; VERRUMA-BENARDI, M. R. Estudo microbiológico e físico-químico do suco de laranja fresco irradiado. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, p. 76-80, 2002.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas**: metodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 7449-7454, 2002.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. In WROLSTAD, R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: Jhon Wiley & Sons, 2002. cap. 11. p. 111-118.

CAPÍTULO 3 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE BLENDS DE SUCO DE UVA SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE IRRADIAÇÃO GAMA

RESUMO

O suco de uva, por ser nutritivo e com sabor agradável, tem despertado o interesse dos consumidores e pesquisadores por ser rico em compostos bioativos, trazendo efeitos benéficos à saúde. O objetivo do presente trabalho foi avaliar ao longo do armazenamento à temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$), a qualidade microbiológica e a aceitação de consumidores através da análise sensorial de *blends*, de sucos de uva tratados com irradiação gama, em diferentes doses. As uvas foram colhidas, higienizadas, sanitizadas, e a baga removida. A produção do *blend* de Isabel Precoce x Bordô x BRS Violeta (33% + 33% + 34%), foi realizada por arraste de vapor, acondicionados em frascos de vidro âmbar e aplicada a irradiação gama nas doses de 0,0 kGy; 1,0 kGy; 1,5 kGy e 2,0 kGy. Foram realizadas análises de fungos filamentosos e leveduras, coliformes totais, e termotolerantes e enterobactérias. Para a avaliação sensorial, contou-se com oitenta julgadores que avaliaram os atributos: aparência, textura, aroma, sabor e aspecto global, usando escala hedônica de nove pontos. Também foi aplicado o teste de intenção de compra com escala de 5 pontos. Os testes sensoriais mostraram que a qualidade dos *blends* de suco de uva irradiados com até 2,0 kGy foram mantidas inalteradas, e a irradiação gama reduziu a contagem de fungos e leveduras ao longo do armazenamento à temperatura ambiente.

Palavras-chave: *Vitis labrusca*. Armazenamento. Aceitação. Intenção de compra.

ABSTRACT

Grape juice, because it is nutritious and has a pleasant taste, has aroused the interest of consumers and researchers because it is rich in bioactive compounds, bringing beneficial effects to health. The aim of this study was to evaluate, during storage at room temperature ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$), the microbiological quality and acceptance of consumers through sensory analysis of grape juice blends treated with gamma irradiation in different doses. Grapes were harvested, cleaned, sanitized and the barries removed. The production of Isabel Precoce x Bordo x BRS Violeta (33% + 33% + 34%) blend was performed by vapor dragging, packed in amber glass bottles and stored at room temperature for 120 days. The gamma irradiation doses applied were 0.0 kGy; 1.0 kGy; 1.5 kGy and 2.0 kGy. Filamentous fungi and yeasts analysis, total and thermotolerant coliforms and enterobacteria were carried out. For sensory evaluation, eighty judges evaluated the attributes: appearance, texture, aroma, taste and overall appearance, using a nine-point hedonic scale. The intention of purchase was tested with a 5-point scale. Sensory tests showed that the quality of the grape juice blends irradiated up to 2.0 kGy were kept unchanged, and gamma irradiation reduced fungi and yeasts during storage at room temperature.

Keywords: *Vitis labrusca*. Storage. Acceptance. Intention of purchase.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se observado um aumento da preocupação da população com uma dieta rica em frutas e hortaliças, por serem alimentos ricos em vitaminas, antocianinas e compostos fenólicos, que possuem capacidade antioxidante, e capazes de atuar na manutenção de uma boa saúde (HENRIQUE et al., 2016). Neste contexto, o suco de uva tem ganhado cada vez mais espaço no mercado e despertado o interesse crescente da população por suas características sensoriais, além das propriedades antioxidantes e do alto teor de polifenóis, capazes de capturar radicais livres, combatendo assim, o estresse oxidativo, e prevenindo doenças cancerígenas, neurológicas, dentre outras.

Segundo Pinheiro et al. (2006), os sucos variam de acordo com a espécie, estágio de maturação, fatores climáticos e condições de cultivo das frutas. Contudo, é necessário que as técnicas de processamento e conservação de sucos sejam eficazes em manter as características originais das frutas.

Os métodos mais utilizados para estender o prazo de validade das bebidas são os tratamentos térmicos, entretanto, o calor provoca perdas irreversíveis dos componentes nutricionais, alterações indesejáveis nas propriedades físico-químicas, e nos compostos antioxidantes (PLAZA et al., 2006). A irradiação gama é um processo não térmico e tem como principal finalidade, inibir a proliferação de microrganismos muitas vezes patogênicos, que podem causar sérias doenças a população e, quando administrada na dose adequada para determinado alimento ou bebida, interfere minimamente nas características sensoriais e nutricionais (LIMA FILHO et al., 2012; ZHONG et al., 2005).

Um dos principais aspectos a serem avaliados quando se deseja lançar um novo produto no mercado, é saber se terá boa aceitação pelos consumidores. Isso pode ser feito através de análises sensoriais, verificando a escala de ação e intenção de compra e também se as propriedades sensoriais estão ao gosto do consumidor (MINIM, 2006).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi realizar a análise microbiológica e sensorial dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama, armazenados por 120 dias à temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$).

2 MATERIAL E MÉTODOS

As uvas Isabel Precoce, Bordô e BRS Violeta, foram adquiridas da fazenda experimental da EPAMIG de Caldas-MG, pertencentes à safra 2015/2016. Após a colheita, as uvas foram transportadas em caixas para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG, Brasil) e mantidas em câmara fria a $10^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 12 horas.

A produção do *blend* Isabel Precoce x Bordô x BRS Violeta (33% + 33% + 34%) foi realizada no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, e foi empregado o protocolo tecnológico sugerido por Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998), no qual a extração foi feita por método artesanal por arraste de vapor realizado a $75^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 1 hora, onde foram colocadas as uvas previamente higienizadas com hipoclorito de sódio 100 mg L^{-1} , por 10 minutos, e submetidas ao processo de degrana manual, sendo o engaço descartado. Após esta etapa, o *blend* foi imediatamente envasado em frascos de vidro âmbar de 100 mL e transportados para o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear (CDTN/CNEN), em Belo Horizonte-MG, para aplicação de irradiação gama nas doses de 1,0 kGy, 1,5 kGy e 2,0 kGy e uma amostra controle (0,0 kGy), por meio da fonte de Cobalto-60 tipo Gammabeam-650.

Após a irradiação, os *blends* foram encaminhados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, e mantidos em temperatura ambiente ($21^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$) por 120 dias.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Micotoxinas e Micologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras aos 0, 60 e 120 dias de armazenamento. Porções de 25 mL dos *blends* foram homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% esterilizada e preparada diluições de 1:10, 1:100 e 1:1000. Alíquotas dessas diluições foram transferidas para meios específicos para a determinação de cada grupo de microrganismos, de acordo com Morton (2001). Cada diluição foi plaqueada em triplicata. Os fungos filamentosos e leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, inoculando 0,1 mL das diluições no meio DRBC (Dicloran Rosa Bengal acrescido de 0,1 g L⁻¹ de Cloranfenicol), com incubação a 25°C por 7 dias. Após o período de incubação, foram realizadas as contagens e os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por mililitros (UFC mL⁻¹). Os coliformes foram quantificados, utilizando-se a técnica de números mais prováveis (NMP) em caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) no teste presuntivo, com incubação a 35°C por 24 - 48 horas, caldo Verde Brilhante 2% (caldo VB) para confirmar a presença de coliformes totais e caldo *E. coli* (caldo EC) para confirmar a presença de termotolerantes a 45°C. Os resultados foram expressos em número mais provável por mililitros (NMP mL⁻¹). Para a quantificação de enterobactérias foi utilizado o meio Violet Red Bile Agar Glucose (VRBG) onde foi plaqueado 1 mL das diluições em profundidade com sobrecamada, com incubação a 35°C por 24 a 48 horas e, em seguida, realizado a contagem de colônias típicas.

Previamente à realização da análise sensorial, o projeto foi submetido ao comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em seres humanos, vinculado à Pró-Reitoria

de Pesquisa da UFLA (CAAE: 52931316.8.0000.5148). O projeto foi aprovado em 18 de março de 2016, com parecer número 1.457.856.

Após a aprovação, a análise sensorial (teste de aceitação) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama, foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), da Universidade Federal de Lavras aos 0 e 120 dias de armazenamento, utilizando-se os métodos propostos por Meilgaard, Civille e Carr (1999), nos quais foram selecionados 80 provadores não treinados, de ambos os sexos, consumidores de sucos orgânicos, os quais receberam um questionário com escala hedônica estruturada mista de 9 pontos, sendo 9- gostei extremamente, 1- desgostei extremamente, para avaliar a aceitação em relação a aparência, aroma, sabor, textura e aspecto global. Também foi aplicado o teste de intenção de compra com escala de 5 pontos, sendo 5 - certamente compraria, 4 - provavelmente compraria, 3 – não sei se compraria; 2 - talvez não compraria e 1 - certamente não compraria. As amostras foram apresentadas com quantidades padronizadas (20 mL), em copos plásticos descartáveis, codificadas com números de três dígitos, de forma monádica, para cada provador, em cabines individuais com luz branca, e servidas seguindo a ordem balanceada de apresentação, segundo Wakeling e Macfie (1995). A ficha de análise sensorial utilizada pelos provadores é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 Ficha de análise sensorial (teste de aceitação e intenção de compra) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama.

**FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL
TESTE DE ACEITAÇÃO**

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____

Frequência de consumo de suco de uva:
 Nunca Ocasionalmente: _____ vezes por ano
 Moderadamente: _____ vezes por mês Frequentemente: _____ vezes por semana

Você está recebendo quatro amostras de suco de uva. Por favor, avalie para todos os atributos o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

9 - gostei extremamente
 8 - gostei muito
 7 - gostei moderadamente
 6 - gostei ligeiramente
 5 - indiferente
 4 - desgostei ligeiramente
 3 - desgostei moderadamente
 2 - desgostei muito
 1 - desgostei extremamente

Código da amostra	Aparência	Textura	Aroma	Sabor	Aspecto global

Em relação à intenção de compra destas amostras, qual seria sua atitude:

5 - certamente compraria
 4 - provavelmente compraria
 3 - não sei se compraria ou não
 2 - provavelmente não compraria
 1 - certamente não compraria

Código da amostra	Intenção de compra

Comentários: _____

A avaliação dos dados referentes a aceitação das amostras, foi realizada por meio das análises: univariada (ANAVA) e teste de médias (Tukey, $p < 0,05$); e multivariada (mapa de preferência interno, MPI). As análises ANAVA e teste de média foram realizadas por meio do software Sisvar versão 5.4 Build 80 (FERREIRA, 2010).

Para realizar a análise sobre os resultados dos atributos sensoriais de aceitação/preferência, obtidos a partir do teste afetivo, gerou-se o Mapa de Preferência Interno (MPI) vetorial. O conjunto de dados foi arranjado em uma

matriz com 8 linhas (tratamentos A0, B0, C0, D0, A120, B120, C120 e D120) versus 80 colunas (consumidores). A confecção do MPI tem como base a Análise de Componentes Principais (PCA). As plotagens dos mapas de preferência interno vetorial foram realizadas utilizando-se o software SensoMaker versão 1.8 (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013).

Com base nos resultados do teste de intenção de compra (escala estruturada de cinco pontos), foram construídos histogramas de frequência, utilizando-se a ferramenta Histograma do Analysis ToolPak no Microsoft Office Excel 2010. Para a construção, trabalhou-se com as porcentagens de julgamentos de cada categoria (nota) específica, de acordo com as escalas utilizadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coliformes a 35 e 45°C não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas ao longo do armazenamento dos *blends* de suco de uva (Tabela 1). Esse resultado está de acordo com a Resolução RDC n° 12/2001 que estabelece um limite de 10^2 NMP mL⁻¹ de coliformes a 45°C para suco de uva. A salmonella é uma bactéria que pertence à família Enterobacteriaceae e a legislação não especifica limites de tolerância para as enterobactérias, contudo, não foram detectados em nenhum dos *blends* irradiados e controles ao longo do armazenamento. Este resultado indica que o manuseamento e as condições sanitárias foram satisfatórios para todas as etapas de processamento, desde a colheita até o armazenamento dos *blends*.

Em relação aos fungos e leveduras (Tabela 1), no tempo zero, não foi detectado em nenhum dos tratamentos, porém, a partir dos 60 dias até o final do armazenamento, os mesmos demonstraram resistência às doses de irradiação gama testadas, pois se mantiveram presentes em todas as amostras, incluindo a controle, sendo a amostra controle a que apresentou contagem mais elevada. Contudo, as contagens de fungos filamentosos e leveduras não foram acentuadas, pois em todas as amostras irradiadas os valores estavam entre $1,0 \times 10^2 - 1,6 \times 10^2$ UFC mL⁻¹, o que demonstra o efeito decisivo da irradiação gama na manutenção da qualidade sensorial dos *blends*. Além disso, as amostras não apresentavam características (sabor, cor ou aroma) de produto degradado mesmo as amostras ficando a temperatura ambiente ($21^\circ \pm 3^\circ\text{C}$) por 120 dias. Sabe-se que o suco de uva por apresentar pH baixo pode apenas conter bolores, leveduras e bactérias lácticas (MARZAROTTO, 2010).

Segundo Urbain (1986), os fungos apresentam baixa suscetibilidade à irradiação, quando comparados com algumas bactérias não formadoras de esporos, sendo as doses letais para os fungos filamentosos por volta de 2,5 a 6,0 kGy e para as leveduras de 4,65 a 20 kGy. Entretanto, para os sucos de frutas, essas doses podem ser muito elevadas, causando alterações indesejáveis principalmente para o atributo sabor (OLIVEIRA et al., 2007).

Alighourchi, Barzegar e Abbasi (2008), ao irradiar (0,5 a 10 kGy) suco de romã, concluíram que doses acima de 2 kGy podem eliminar os microrganismos, bem como retardar o crescimento dos mesmos. Tal resultado contradiz ao encontrado neste trabalho, pois as doses de radiação testadas foram eficientes somente no tempo inicial, já a partir dos 60 dias de armazenamento, a irradiação não impediu o crescimento dos fungos e leveduras.

Tabela 1 Padrão microbiológico dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama.

Análises	Coliformes 35 e 45°C (NMP mL ⁻¹)	Enterobactérias (UFC mL ⁻¹)	Fungos e leveduras (UFC mL ⁻¹)
Limite	10 ² (1)	-- (2)	-- (2)
Tempo 0 (dia)			
Controle	< 3	< 10 ⁽³⁾	< 10 ⁽³⁾
1,0 kGy	< 3	< 10	< 10
1,5 kGy	< 3	< 10	< 10
2,0 kGy	< 3	< 10	< 10
Tempo 60 (dias)			
Controle	< 3	< 10 ⁽³⁾	3,0x10 ²
1,0 kGy	< 3	< 10	1,0x10 ²
1,5 kGy	< 3	< 10	1,3x10 ²
2,0 kGy	< 3	< 10	1,2x10 ²
Tempo 120 (dias)			
Controle	< 3	< 10 ⁽³⁾	5,6x10 ²
1,0 kGy	< 3	< 10	1,5x10 ²
1,5 kGy	< 3	< 10	1,5x10 ²
2,0 kGy	< 3	< 10	1,6x10 ²

(1) Resolução RDC n.12 (ANVISA, 2001), (2) -- Sem limite estabelecido pela legislação,

(3) Valor estimado, pois não foram encontradas colônias nas diluições (10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³).

Dos 80 provadores no tempo zero e 120 dias que responderam ao questionário, 57% (tempo zero) e 51% (tempo 120) eram do sexo feminino, 92% (tempo zero) e 86% (tempo 120) apresentavam entre 18-30 anos de idade e 64% consumiam suco de uva de 1-10 vezes ao mês (Figura 1).

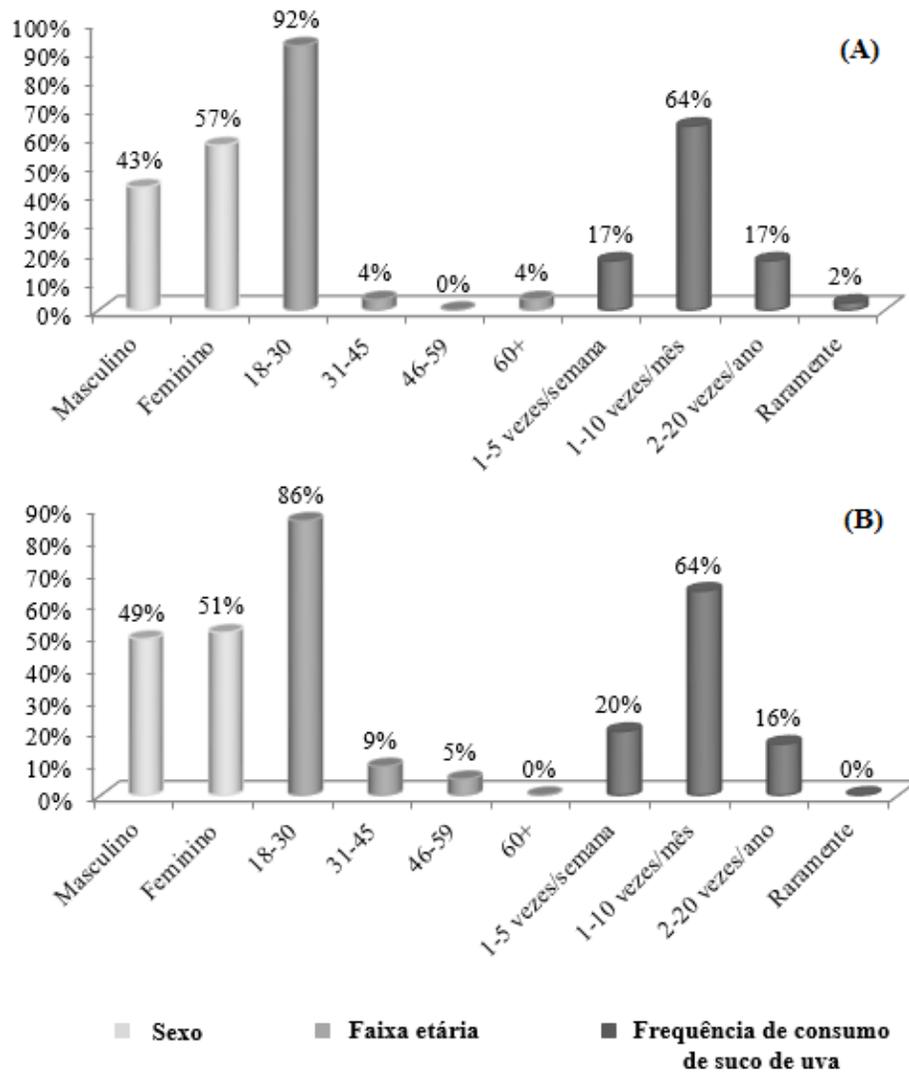


Figura 1 Perfil dos provadores participantes da análise sensorial dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama no tempo zero (A) e 120 (B) dias de armazenamento.

A escala hedônica estruturada de nove pontos é um dos testes sensoriais mais utilizados para medir a aceitação e preferência dos consumidores com relação a um ou mais produtos, devido à confiabilidade e a validade de seus resultados, bem como sua simplicidade em ser realizada pelos provadores (MINIM, 2006; STONE; SIDEL, 1993). Com isso, pode-se observar na Tabela 2, que no tempo 0 não houve diferença entre os *blends* controle e irradiados com as doses de 1,0 e 1,5 kGy em relação à aparência, sendo estes, os que apresentaram maiores notas quando comparadas com *blend* irradiado com a dose de 2,0 kGy e, no tempo 120 dias, não houve diferença entre os tratamentos. Embora o *blend* irradiado com a dose de 2 kGy tenha apresentado nota de aparência no escore 'gostei moderadamente', a irradiação gama alterou a cor do *blend* influenciando a sua aceitação. Além disso, foi possível observar que os tratamentos controle e irradiado com a dose de 1,0 kG,y não variaram significativamente com relação ao tempo, diferentemente dos *blends* irradiados com as doses de 1,5 e 2,0 kGy que apresentaram um aumento das notas ao longo do armazenamento.

Quanto a textura, aroma, sabor e aspecto global (Tabela 2), não houve diferença entre os tratamentos nos tempos 0 e 120 dias e nem em relação ao tempo, indicando que os provadores gostaram entre ligeiramente a moderadamente dos *blends*.

Já a intenção de compra (Tabela 2) no tempo 0 não houve diferença entre os tratamentos e, no tempo 120 dias não houve diferença entre os *blends* controle e irradiados com as doses de 1,0 e 1,5 kGy, sendo estes os que apresentaram maiores notas quando comparadas com *blend* radiado com a dose de 2,0 kGy. Além disso, foi possível observar que os tratamentos não variaram

significativamente com relação ao tempo, sendo os *blends* bem aceitos pelos provadores ao longo do armazenamento.

Song et al. (2007), Lee et al. (2009), Jo, Ahn e Lee (2012) e Naresh et al. (2014), não observaram diferenças significativas no perfil sensorial ao submeter até a dose de 5 kGy suco de vegetais, suco de tamarindo, suco de couve e ashitaba (*Angelica keiskei*) e suco de manga, respectivamente.

Um dos fatores críticos para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios é a aceitabilidade por parte dos consumidores (CORREIA et al., 2001). Em geral, os escores médios das amostras analisadas, situaram-se na escala hedônica entre 6 e 7, região da categoria gostei ligeiramente a gostei moderadamente, respectivamente. Dessa forma, pode-se afirmar que os *blends* irradiados com diferentes doses de radiação gama apresentaram resultado satisfatório, pois conforme Oliveira, Cruz e Almeida (2012), quando os provadores atribuem notas de 9 – 6 pela escala hedônica, pode-se considerar o produto aceito.

Tabela 2 Valores médios da análise sensorial para os atributos aparência, textura, aroma, sabor, aspecto global e intenção de compra dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias.

Tratamentos	Tempo 0 (dia)	Tempo 120 (dias)
	Aparência	
Controle	7,75 Aa	7,75 Aa
1,0 kGy	7,75 Aa	7,64 Aa
1,5 kGy	7,29 ABb	7,83 Aa
2,0 kGy	7,11 Bb	7,66 Aa
Textura		
Controle	7,40 Aa	7,61 Aa
1,0 kGy	7,56 Aa	7,54 Aa
1,5 kGy	7,24 Aa	7,30 Aa
2,0 kGy	7,14 Aa	7,39 Aa
Aroma		
Controle	7,01 Aa	7,21 Aa
1,0 kGy	7,10 Aa	7,20 Aa
1,5 kGy	6,76 Aa	7,23 Aa
2,0 kGy	6,85 Aa	6,85 Aa
Sabor		
Controle	6,96 Aa	7,20 Aa
1,0 kGy	6,73 Aa	7,01 Aa
1,5 kGy	6,38 Aa	6,51 Aa
2,0 kGy	6,60 Aa	6,54 Aa
Aspecto Global		
Controle	6,99 Aa	7,41 Aa
1,0 kGy	7,08 Aa	7,25 Aa
1,5 kGy	6,69 Aa	7,10 Aa
2,0 kGy	6,89 Aa	6,85 Aa
Intenção de Compra		
Controle	3,59 Aa	3,94 Aa
1,0 kGy	3,74 Aa	3,79 Aba
1,5 kGy	3,41 Aa	3,59 Aba
2,0 kGy	3,60 Aa	3,46 Ba

Médias seguidas por letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para entender a relação entre o consumidor e os dados sensoriais, foi realizada a técnica de Mapa de Preferência Interno, que permite a associação da impressão que os consumidores têm de um produto com suas características sensoriais. Esta técnica de estatística multivariada tem a finalidade de analisar os dados afetivos, levando-se em consideração a resposta individual de cada consumidor, e não somente a média do grupo de consumidores que analisaram os produtos (MINIM, 2006).

Em relação a aparência (Figura 2), observa-se no mapa que o *blends* no tempo 120 foram os que mais agradaram os provadores, visto uma maior concentração de vetores envolvendo essas amostras, o que indica a preferência, seguida dos *blends* controle e irradiados com as doses de 1,0 e 1,5 kGy no tempo 0 e, a amostra radiada com 2,0 kGy apresentou uma maior dispersão dos vetores, indicando uma menor aceitação para este atributo.

Quanto ao aroma, sabor, textura e aspecto global (Figura 3), observa-se que não houve diferença entre os tratamentos nos tempos 0 e 120 dias, e nem com o tempo, uma vez que apresentou uma distribuição homogênea de vetores.

A fim de avaliar a intenção de compra das amostras (Figura 4), levando-se em consideração a opinião de cada provador, pode-se observar que os provadores avaliaram os *blends* no tempo 120 dias como preferidos, em relação aos *blends* no tempo 0, visto que estão em áreas com alta concentração de vetores.

Esses resultados representados nos mapas de preferência internos, corroboram com aqueles obtidos com o teste de média (Tabela 2), realizado anteriormente.

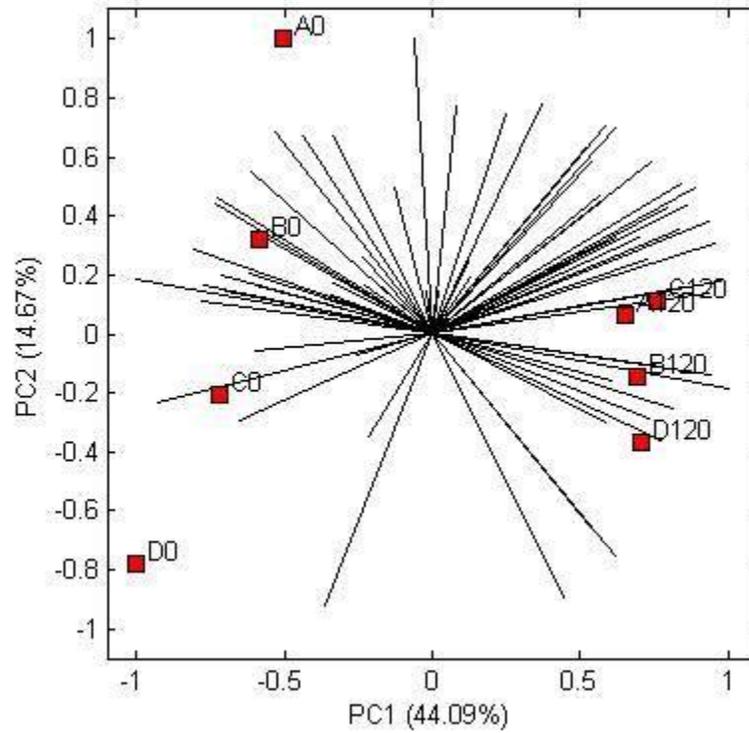


Figura 2 Mapa de preferência interno para o atributo aparência dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias. A0= controle 0 dia; B0= 1,0 kGy 0 dia; C0= 1,5 kGy 0 dia; D0= 2,0 kGy 0 dia; A120= controle 120 dias; B120= 1,0 kGy 120 dias; C120= 1,5 kGy 120 dias; D120= 2,0 kGy 120 dias.

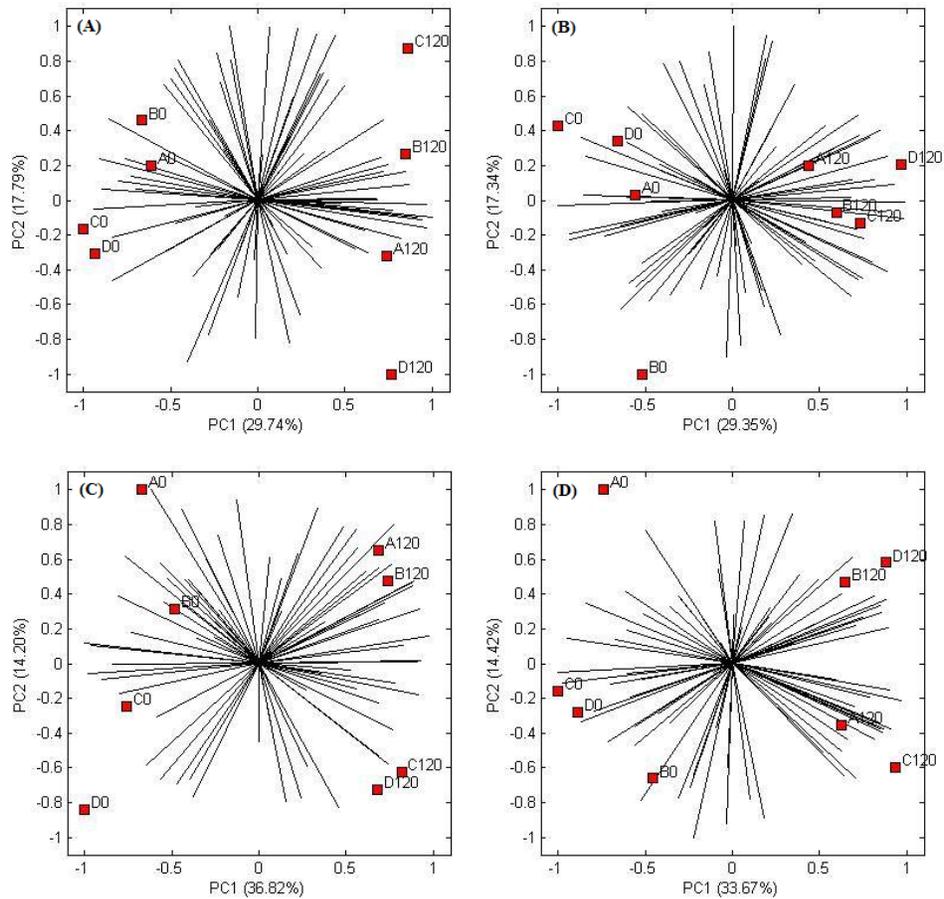


Figura 3 Mapa de preferência interno para os atributos aroma (A), sabor (B), textura (C) e aspecto global (D) dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias. A0= controle 0 dia; B0= 1,0 kGy 0 dia; C0= 1,5 kGy 0 dia; D0= 2,0 kGy 0 dia; A120= controle 120 dias; B120= 1,0 kGy 120 dias; C120= 1,5 kGy 120 dias; D120= 2,0 kGy 120 dias.

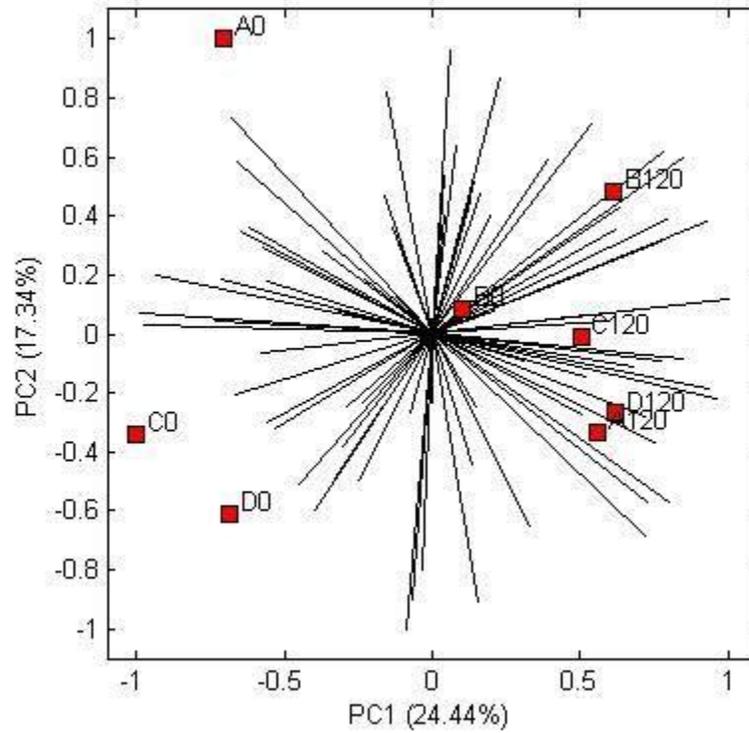


Figura 4 Mapa de preferência interno para o atributo intenção de compra dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos 0 e 120 dias. A0= controle 0 dia; B0= 1,0 kGy 0 dia; C0= 1,5 kGy 0 dia; D0= 2,0 kGy 0 dia; A120= controle 120 dias; B120= 1,0 kGy 120 dias; C120= 1,5 kGy 120 dias; D120= 2,0 kGy 120 dias.

Para análise e melhor visualização dos resultados, observa-se no histograma de frequência de intenção de compra (Figura 5), que no tempo zero, o *blend* irradiado com a dose de 1,0 kGy, apresentou o maior índice de intenção de compra, já que 67% (39+28) dos provadores certamente compraria ou provavelmente compraria. O tratamento controle apresentou 61% (32+29) de intenção de compra, seguida do *blend* irradiado com a dose de 2,0 kGy com 58% (33+25). Enquanto que o *blend* irradiado com a dose de 1,5 kGy apresentou o menor índice igual a 56% (37+19). Já no tempo 120 dias, o tratamento controle apresentou o maior índice de intenção de compra, onde 73% dos provadores certamente compraria ou provavelmente compraria, seguido dos *blends* irradiados com as doses de 1,0 kGy, 1,5 kGy e 2,0 kGy com 70%, 61% e 54% de intenção de compra respectivamente. Segundo Ferreira et al. (2011), para que um produto seja considerado aceito pelos consumidores, seu índice de aprovação deve ser igual ou superior a 50%, levando-se em consideração as porcentagens obtidas para as notas 4 (provavelmente compraria) e 5 (certamente compraria).

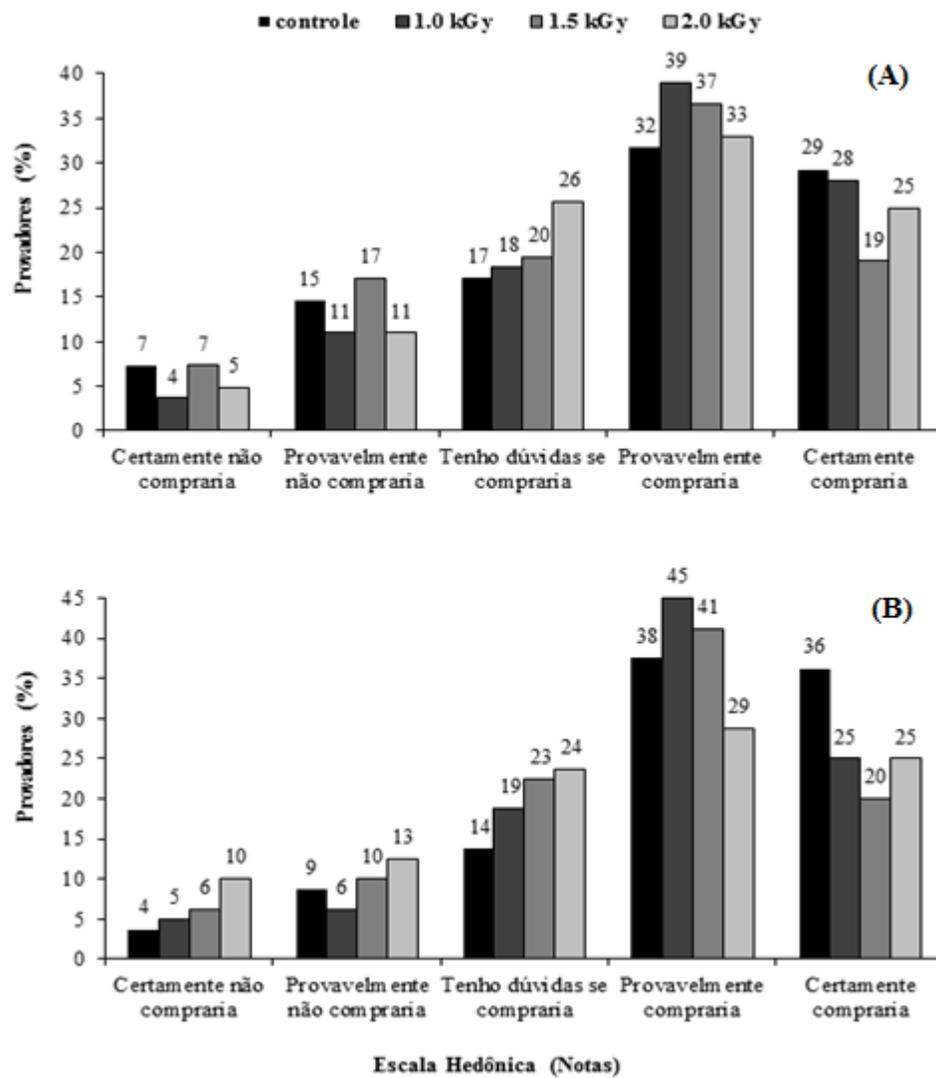


Figura 5 Histograma de frequência da intenção de compra dos *blends* de suco de uva submetidos a diferentes doses de irradiação gama nos tempos zero (A) e 120 (B) dias de armazenamento.

4 CONCLUSÃO

Os testes sensoriais mostraram que a irradiação até 2,0 kGy não alterou a qualidade dos *blends* de suco de uva, sendo os sucos bem aceitos pelos provadores.

A irradiação gama, independente da dose, reduziu a contagem de fungos e leveduras ao longo do armazenamento à temperatura ambiente, permanecendo inalteradas as características sensoriais.

REFERÊNCIAS

ALIGHOURCHI, H.; BARZEGAR, M.; ABBASI, S. Effect of gamma irradiation on the stability of anthocyanins and shelf-life of various pomegranate juices. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 110, n. 4, p. 1036-1040, 2008.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos, revogando a Portaria SVS/MS 451, de 19 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>. Acesso em: 01 dez. 2017.

CORREIA, R.T.P. et al. Avaliação química e sensorial de linguças de pescado tipo frescal. **Boletim do CEPPA**, v. 19, n.2, p.183-189, 2001.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.4, Build 80. Lavras -MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, L. O. et al. Sensory evaluation of “dulce de leche” with coffee and whey using different affective data analysis methods. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 998-1005, 2011.

HENRIQUE, P. C. et al. Color, physicochemical parameters and antioxidant potential of whole grape juices subject to different UV-C radiation doses. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 226-234, mar/abr. 2016.

JO, C.; AHN, D. U.; LEE, K. H. Effect of gamma irradiation on microbiological, chemical, and sensory properties of fresh ashitaba and kale juices. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 81, n. 8, p. 1076-1078, 2012.

LEE, J. W. et al. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready-to-use tamarind juice during storage. **Food Science and Technology**, Oxford, v. 42, p. 101-105, 2009.

LIMA FILHO, T. et al. Energia ionizante na conservação de alimentos: revisão. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 30, n. 2, p. 243-254, 2012.

MARZAROTTO, V. Suco de Uva. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Org.). **Bebidas Não Alcoólicas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. p. 359–384.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd ed. Boca Raton: CRC, 1999. 390 p.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

MORTON, R. D. Aerobic plate count. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examinations of foods. **American Public Health Association**. Washington: D.C., 2001. p. 63-67.

NARESH, K. et al. Enhancing antioxidant activity, microbial and sensory quality of mango (*Mangifera indica* L.) juice by γ -irradiation and its in vitro radioprotective potential. **Journal of Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 52, p. 4054-4065, July. 2014.

OLIVEIRA, A. C. G. et al. Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na conservação de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 863–873, 2007.

OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, G. R. B.; ALMEIDA, N. M. Características Microbiológicas, Físico-Químicas e Sensoriais de “Almôndegas” à Base de Polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). UNOPAR. **Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2012.

PINHEIRO, A. M. et al. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 98-103, jan./mar. 2006.

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.

PLAZA, L. et al. Effect of refrigerated storage on vitamin C and antioxidant activity of orange juice processed by high-pressure or pulsed electric fields with regard to low pasteurization. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 223, n. 4, p. 487-493, 2006.

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 1998.

SONG, H. et al. Effects of gamma irradiation on the microbiological, nutritional, and sensory properties of fresh vegetable juice. **Food Control**, Guildford, v. 18, n. 1, p. 5-10, 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1993.

URBAIN, W. M. Food irradiation. **Food science and technology**. Florida: Academic Press, 1986.

WAKELING, I. N.; MAC FIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, p. 299-308, 1995.

ZHONG, K. et al. Inactivation and conformational change of horseradish peroxidase induced by pulsed electric field. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 92, n. 3, p. 473-479, 2005.