



DIENE FRANCE DE SOUZA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE VINHOS
TINTO SECO BORDÔ GAMA IRRADIADOS**

**LAVRAS-MG
2017**

DIENE FRANCE DE SOUZA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE VINHOS TINTO SECO BORDÔ GAMA
IRRADIADOS**

Dissertação apresentada ao
Departamento de Ciência dos
Alimentos da Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência dos Alimentos, para a obtenção
do título de Mestre.

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

**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).**

Souza, Diene France de.

Análise de vibração em motores elétricos com mouse
Características físico-químicas e atividade antioxidante de vinhos tinto
seco bordô gama irradiados/ Diene France de Souza. - 2017.
96 p.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.
Bibliografia.

1. *Vitis labrusca*. 2. Raios ionizantes. 3. Interação. I. Braga Junior,
Roberto Alves. II. Ferreira, Danton Diego. III. Pereira, Daniel Augusto
. IV. Título.

DIENE FRANCE DE SOUZA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE VINHOS TINTO SECO BORDÔ GAMA
IRRADIADOS**

***PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY OF BORDÔ DRY RED WINES GAMMA IRRADIATED***

Dissertação apresentada ao
Departamento de Ciência dos
Alimentos da Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência dos Alimentos, para a obtenção
do título de Mestre.

APROVADA em 14 de fevereiro de 2017.

Dr. Antônio Decarlos Neto	UFLA
Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho	UFLA
Dra. Ester Alice Ferreira	EPAMIG

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

**LAVRAS-MG
2017**

“Se você encontrar um caminho sem
obstáculos, provavelmente o mesmo
não te levará a lugar nenhum.”

Frank A. Clark

RESUMO

O consumo moderado de vinho pode trazer vários benefícios à saúde. As características desse produto são decorrentes de muitos fatores, como o solo, o clima, aspectos biológicos, agronômicos e enológicos. A interação entre essas causas de variação é chamada *Terroir*. O Sul de Minas Gerais e a Serra Gaúcha são consagrados pela fabricação dessa bebida. A uva Bordô (*Vitis labrusca*) é muito importante na economia do país, pois várias vinícolas a utilizam como matéria-prima em seus produtos. A irradiação gama pode ser utilizada em vinhos, porém a mesma é passível de causar alterações nas características físico-químicas e na atividade antioxidante da bebida. Perante os fatos descritos, o objetivo dessa investigação foi averiguar se a irradiação gama e o local de origem influenciam de forma substancial nas características físico-químicas e na atividade antioxidante de quatro vinhos tintos secos Bordô, sendo dois provenientes das cidades de Flores da Cunha e São Marcos, na Serra Gaúcha (RS), adquiridos no comércio local e dois oriundos do Sul de Minas (MG), das cidades de Andradas, este adquirido comercialmente e de Caldas, elaborado artesanalmente. Após terem sido envasadas e acondicionadas, as bebidas sofreram irradiação com as seguintes doses: 0; 1,0; 3,0 e 6,0 kGy, o cobalto 60 foi a fonte utilizada. Finda a irradiação, foram realizadas as seguintes análises: pH; acidez titulável, fixa e volátil; atividade de água (aW); sólidos solúveis, açúcares totais e relação sólidos solúveis/acidez titulável (rácio); coloração; teor de etanol; densidade relativa; determinação de minerais (potássio, cálcio e sódio), extrato seco, extrato seco reduzido e relação álcool em peso/extrato seco reduzido; atividade antioxidante pelos métodos DPPH e beta-caroteno/ácido linoléico; teor de fenólicos e antocianinas totais. O teste de Scott-Knott foi empregado para a realização da análise estatística dos dados obtidos. As doses de irradiação promoveram a redução da acidez titulável e aumento da atividade antioxidante no vinho Artesanal, diferenciação na detecção do teor de minerais, aumento da detecção do teor de fenólicos totais no vinho de Andradas e redução do conteúdo detectado de antocianinas nos vinhos de Flores da Cunha e São Marcos. Os valores que a Legislação brasileira e outros autores estabelecem como critério de identidade e qualidade de vinhos não foram alterados de forma significativa pela irradiação.

Palavras-chave: *Vitis labrusca*. Raios ionizantes. Interação. Influência. Antocianinas.

ABSTRACT

The moderate consumption of wine can offer several health benefits. The characteristics of this product are due to numerous factors, such as soil, climate, biological, agronomics and oenological aspects. The interaction between these causes of variation is called *Terroir*. The south part of *Minas Gerais* and the *Serra Gaúcha* are famous regions for making this beverage. The *Bordô* grape (*Vitis labrusca*) is very important in the Brazil's economy, because many wineries utilize it as base in their products. The gamma irradiation can be utilized on wines, but it can bring improper changes on physical-chemical and antioxidants characteristics of the beverage. Given these facts, the objective of this investigation was to ascertain whether or not the gamma irradiation and the place of origin (*Terroir*) significantly influence on physical-chemical and antioxidants characteristics of four dry red wines types made with *Bordô*'s grape, pointing out that two of them are from *Flores da Cunha* and *São Marcos* cities, both located in *Serra Gaúcha* (RS) region and bought in local commerce, and two others from south of *Minas Gerais*, from the cities of *Andradas*, acquired commercially, and *Caldas*, homemade wine. After being bottled and stowed, the beverages underwent through irradiation with the following doses: 0; 1.0; 3.0 and 6.0 kGy, the cobalt 60 was the source used. Finished the irradiation, the following analysis were done: pH, titratable, fixed and volatile acidity; water activity (aW); soluble solids, total sugars and soluble solids/titratable acidity relation (ratio); color; ethanol content; relative density; minerals (potassium, calcium and sodium), dry extract, reduced dry extract and alcohol by weight/reduced dry extract relation determinations; antioxidant activity by DPPH and beta-carotene/linoleic acid methods; total phenolics and anthocyanins. The Scott-Knott's test was used to make the statistical analysis of the obtained data. The irradiation doses promoted the reduction of titratable acidity and increased the antioxidant activity in the handmade wine, differences in detection of mineral content, more detection of total phenolics in the samples from the city of *Andradas* and less anthocyanins content detected in the wines from the cities of *Flores da Cunha* and *São Marcos*. The values the Brazilian Legislation and other authors establish as criterion of identity and quality of wines were not substantially altered by the irradiation.

Keywords: *Vitis labrusca*. Ionizing rays. Interaction. Influence. Anthocyanins.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1: Prensagem manual de uvas.....	21
Figura 2: Esquema da produção industrial de vinhos	21
Figura 3: Formas Cis (epicatequina) e Trans (galocatequina ou epigalocatequina) de flavan-3óis	24
Figura 4: Principais flavonóis encontrados em uvas e em seus derivados.....	24
Figura 5: Antocianidinas presentes em vinhos	25
Figura 6: Estrutura química dos ácidos cinâmicos	26
Figura 7: Estrutura química dos ácidos benzóicos.....	27
Figura 8: Isômeros Cis (A) e Trans (B) resveratrol	27
Figura 9: Espectro das ondas eletromagnéticas	31
Figura 10: Mecanismo de transferência de energia por raios X, gama e feixes de elétrons.....	36
Figura 11: Símbolo utilizado em embalagens de alimentos irradiados – Radura	38
Figura 12: Diagrama CIELAB com as variáveis a^* , B^* e $^{\circ} hue$	41

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Unidades de conversão utilizadas para irradiação	35
Tabela 2 – Efeitos da irradiação gama observados em diversos alimentos	37

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Valores médios de pH, acidez titulável – AT (% ácido tartárico), acidez volátil – AV (% ácido acético) e acidez fixa – AF (% ácido tartárico) encontrados nas amostras de vinho	73
Tabela 2 – Valores médios de atividade de água (aW) encontrados nas amostras de vinho	76
Tabela 3 – Valores médios de sólidos solúveis (% SS), relação SS/AT (rácio) e açúcares totais (g L ⁻¹) encontrados nas amostras de vinho	77
Tabela 4 – Parâmetros de coloração L*, a*, b*, Chroma e °hue das amostras de vinho	79
Tabela 5 – Valores médios do teor de etanol (%) encontrados nas amostras de vinho	81
Tabela 6 – Valores médios da densidade relativa a 20° C (g ml ⁻¹) encontrados nas amostras de vinho	81
Tabela 7 – Valores médios dos minerais potássio (K ⁺), cálcio (Ca ⁺⁺) e sódio (Na ⁺) encontrados nas amostras de vinho (mg L ⁻¹)	82
Tabela 8 – Valores médios do teor de extrato seco – ES (g L ⁻¹), extrato seco reduzido – ESR (g L ⁻¹) e relação álcool em peso/extrato seco reduzido – Rel. encontrados nas amostras de vinho	84
Tabela 9 – Atividade antioxidante pelos métodos DPPH (% SRL e EC ₅₀ mL g ⁻¹) e β-caroteno/ácido linoléico (% AA), teor de fenólicos (mg EAG 100g ⁻¹) e antocianinas totais (mg l ⁻¹)	86

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	O Brasil e a cultura de frutas	14
3.2	Cultivares de uva	14
3.2.1	Espécie <i>Vitis labrusca</i>	15
3.2.1.1	Características da uva Bordô- espécie <i>Vitis labrusca</i>	16
3.2.2	Vinhos elaborados com uvas <i>Vitis labrusca</i> (de mesa)	16
3.3	Estados produtores de vinho no Brasil	17
3.4	A uva e o vinho	18
3.4.1	A caracterização da uva e do vinho	22
3.4.1.1	Características gerais	22
3.4.1.2	Compostos bioativos	23
3.4.1.3	Minerais	28
3.5	Fatores que influenciam na qualidade dos vinhos	28
3.6	Métodos de preservação de alimentos e bebidas	30
3.6.1	Descoberta da irradiação e histórico do seu uso em alimentos	30
3.6.2	Princípios da irradiação de alimentos	33
3.6.3	Efeitos da irradiação ionizante nos alimentos	35
3.6.4	Legislação brasileira sobre irradiação de alimentos	37
3.7	Análises realizadas nos vinhos	39
3.7.1	pH, acidez titulável, fixa e volátil	39
3.7.2	Atividade de água (aW)	40
3.7.3	Sólidos solúveis, açúcares totais e relação sólidos solúveis/acidez titulável (rácio)	40
3.7.4	Coloração	40
3.7.5	Teor de etanol	42
3.7.6	Densidade relativa	42
3.7.7	Determinação de minerais	42
3.7.8	Determinação do extrato seco, extrato seco reduzido e relação álcool em peso/extrato seco reduzido	43
3.7.9	Atividade antioxidante	43
3.7.10	Fenólicos totais	44
3.7.11	Antocianinas	45
	REFERÊNCIAS	46

	Capítulo 2 Efeitos da irradiação gama e do local de origem sobre as características físico-químicas e atividade antioxidante de vinhos tintos secos Bordô.....	60
1	INTRODUÇÃO.....	63
2	MATERIAIS E MÉTODOS	65
2.1	Delineamento experimental.....	65
2.2	Obtenção dos vinhos	65
2.3	Irradiação	66
2.4	pH, acidez titulável, volátil e fixa.....	67
2.5	Atividade de água.....	67
2.6	Sólidos solúveis, açúcares totais e relação sólidos solúveis/acidez titulável (rácio).....	68
2.7	Coloração	68
2.8	Teor de etanol e densidade relativa	68
2.9	Determinação de minerais.....	68
2.10	Determinação do extrato seco, extrato seco reduzido e relação álcool em peso/extrato seco reduzido.....	69
2.11	Atividade antioxidante.....	69
2.11.1	Método DPPH.....	69
2.11.2	Método Beta-caroteno/ácido linoléico	70
2.12	Fenólicos totais	71
2.13	Antocianinas	71
2.14	Análise estatística	72
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4	CONCLUSÃO	90
	REFERÊNCIAS.....	91

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Os frutos constituem uma das mais ricas fontes de elementos nutritivos para a alimentação humana. Muitos efeitos favoráveis à saúde têm sido relacionados aos compostos fenólicos encontrados em frutas, vegetais, chás e vinhos. Segundo Abe et al. (2007), as uvas são consideradas uma das maiores fontes de compostos fenólicos, quando comparadas a outros frutos.

Os compostos fenólicos são considerados um dos grupos mais importantes associados ao poder antioxidante e advêm do metabolismo secundário de plantas e fungos, sua capacidade de quelar metais e inibir a lipoxigenase e os radicais livres já foi descrita (PAULI, 2010).

Chuang e McIntosh (2011) afirmam que há potenciais benefícios decorrentes do consumo de vários alimentos como uvas e seus derivados, a exemplo o vinho, destacando-se a redução da possibilidade de ocorrência de doenças cardiovasculares, hepáticas, neurodegenerativas, aterosclerose, obesidade, colesterol LDL, diabetes e até mesmo câncer.

A principal região produtora de vinhos no Brasil é a Serra Gaúcha, que fica no Estado do Rio Grande do Sul e tem grande produção de vinhos de mesa (MELLO, 2013). Em Minas Gerais, especificamente na região Sul do Estado, há também a fabricação dessas bebidas. Os principais municípios produtores são Caldas, Andradas e Santa Rita de Caldas (INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO, 2016).

Uma cultivar muito usada na produção de vinhos de mesa é a uva Bordô que, segundo Rizzon, Zanuz e Manfredini (1994), é rica em matéria corante e proporciona aromas frutados intensos a esses produtos.

Os vinhos, depois de elaborados, continuam a passar por processos biológicos que contribuem para seu *flavor*, a irradiação gama pode ser utilizada para controlar algumas alterações durante esse percurso, podendo melhorar ou não os atributos de qualidade dos vinhos, principalmente relacionados à atividade antioxidante e aos compostos fenólicos, isso porque o tratamento tem a capacidade de modificar as estruturas moleculares.

Diante do exposto, nota-se a importância de se avaliar os efeitos causados pela irradiação gama, advinda do cobalto 60 e do local de origem em vinhos tintos secos elaborados com a uva Bordô, no que diz respeito às características físico-químicas e à atividade antioxidante dos mesmos, pois a depender dos resultados, o tratamento poderá ser ou não considerado uma alternativa a ser utilizada na bebida.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar a caracterização físico-química e as análises referentes à atividade antioxidante de quatro vinhos tintos secos Bordô irradiados, sendo dois advindos da Serra Gaúcha, das cidades de Flores da Cunha e São Marcos, adquiridos no comércio local e dois oriundos da região Sul de Minas, das cidades de Andradas, adquirido no comércio local, e Caldas, sendo o último elaborado artesanalmente com uvas da referida cidade.

2.2 Objetivos específicos

- 1** Aplicar quatro doses de irradiação gama advinda da fonte de cobalto 60 nos vinhos, a saber: 0 kGy (controle), 1 kGy, 3 kGy e 6 kGy.
- 2** Avaliar a influência do local de origem e da irradiação gama nas características físico-químicas e na atividade antioxidante dos quatro vinhos tintos secos Bordô.
- 3** Observar se as alterações causadas pela irradiação são significativas a ponto de extrapolarem os padrões estabelecidos por alguns autores e pela Legislação vigente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Brasil e a cultura de frutas

O Brasil está entre as dez maiores economias do mundo, em 2013 teve um PIB de mais de US\$ 2 trilhões. O país possui as quintas maiores população e área superficial. A utilização de terras para o cultivo de diversos produtos tende a aumentar até 2024. O setor da agricultura brasileira aumentou nas últimas três décadas, tendo impactado o acesso aos alimentos no mercado interno. O Brasil é o segundo maior exportador agrícola mundial, tendo um papel importante nos mercados internacionais (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2015).

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2015), em 2014 a área cultivada com as principais frutas produzidas, a saber: laranja, banana, coco-da-baía e uva, no país foi de 1.582.793 hectares, dessas frutas, a que teve menor porcentagem de perda na colheita foi a uva, aproximadamente 1,4%. Conforme Mello (2016), no Brasil, a produção total em toneladas dessa fruta aumentou em 2015, quando comparada aos dois anos anteriores. O Rio Grande do Sul é o maior produtor de uvas, em 2014 produziu 812.517 toneladas da fruta.

3.2 Cultivares de uva

A videira pertence ao gênero *Vitis*. No Brasil são cultivadas variedades da espécie *V. vinifera*, originárias da Europa e chamadas uvas europeias ou finas, e também cultivares originárias dos Estados Unidos, chamadas uvas americanas, comuns ou rústicas e que pertencem principalmente às espécies *Vitis labrusca* e *Vitis bourquina*. Híbridos interespecíficos envolvendo diversas

espécies – como *V. riparia*, *V. aestivalis* e outras, são utilizados para a produção de uvas ou como porta-enxertos por causa de sua resistência a pragas e doenças (CAMARGO; RITSCHER; MAIA, 2008).

Algumas cultivares da espécie *Vitis vinifera* são: Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Malbec, Merlot, Pinotage, Tannat, Tempranillo, Chardonnay e Riesling Itálico (UNIÃO BRASILEIRA DE VITIVINICULTURA, 2010). A espécie *Vitis bourquina* é uma espécie coletiva de *Vitis bourquina* Munson correspondendo aos antigos híbridos de *aestivalis-cinérea-vinifera* (sem sangue de *labrusca*), tais como Jacquez, Herbemont e Cunningham (SOUSA, 1969 citado por SOUSA; PEIXOTO; TOLEDO, 1995). Algumas uvas pertencentes à espécie *Vitis labrusca* são as tintas Isabel, BRS Violeta e Bordô (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2010). Às espécies *V. riparia* e *V. aestivalis* pertencem as cultivares Riparia Glória (HOPPER et al., 2016) e Norton (AMBERS, 2004), respectivamente.

3.2.1 Espécie *Vitis labrusca*

A origem da palavra *labrusca* é latina e significa vinha selvagem (ARANHA, 2002). A espécie *V. labrusca* pertence à ordem das *Ramnideas*, família das *Vitaceas*, subfamília das *Ampelideas*, gênero *Vitis* e subgênero *Euvitis* (JOHNSON, 1999). As características físico-químicas e a atividade antioxidante das uvas são dependentes das condições do solo onde são cultivadas, da temperatura, das chuvas, da estação do ano e da cultivar, bem como de outros fatores.

3.2.1.1 Características da uva Bordô – espécie *Vitis labrusca*

Também é conhecida por ‘Ives’, ‘Terci’ ou ‘Folha de Figo’, tem origem na costa leste americana, atualmente seu cultivo está limitado ao Brasil, onde foi introduzida inicialmente no Rio Grande do Sul, por volta de 1904, difundindo-se para Santa Catarina, Paraná e Sul de Minas Gerais. É bastante rústica e resistente às principais doenças fúngicas, porém não se adapta ao cultivo em regiões tropicais, sendo sua recomendação restrita aos polos do Sul de Minas Gerais e Norte do Paraná, além dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sua produtividade varia entre 10 e 25 t./ha, apresentando conteúdo de açúcar em torno de 15 °Brix e acidez total de 70 meq./L. Destaca-se pelo alto conteúdo de matéria corante, o que dá origem a vinhos de mesa e sucos intensamente coloridos, a uva pode ser usada em cortes para melhoria de produtos elaborados com 'Isabel' e 'Concord' (RITSCHER; MAIA; CAMARGO, 2015).

3.2.2 Vinhos elaborados com uvas *Vitis labrusca* (de mesa)

As cultivares de *Vitis labrusca* e seus híbridos são a base da produção de vinhos de mesa e de suco de uva no Brasil, em 2005 representaram mais de 85% do volume de uvas industrializadas no País (CAMARGO; MAIA; NACHTIGAL, 2005) e de acordo com Nixdorf e Hermosín-Gutiérrez (2010) isso correspondeu a 1.399.262 toneladas. Em 2015, a comercialização total de vinhos de mesa (*Vitis labrusca*), no Estado do Rio Grande do Sul, foi de aproximadamente 91,3% da comercialização total de vinhos do Estado (INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO, 2016).

A uva **Bordô** é uma importante cultivar para o país, pois a partir dela vários produtos são fabricados, como sucos e vinhos. Em 2005, Tecchio, Miele e Rizzon (2007) observaram que vinhos elaborados com a uva Bordô em Flores da

Cunha (RS) obtiveram uma coloração acentuada com matiz violeta, por causa da elevada concentração de antocianinas na película e em relação à análise sensorial, odor e sabor frutado e foxado. Segundo Jackson (2002), o antranilato de metila é o principal éster responsável pelo odor "foxado" de vinhos de *V. labrusca*, foxado diz respeito ao odor e gosto de pêlo de raposa (SOUSA NETO, 2015), significando que o *flavor* do vinho remete à uva.

3.3 Estados produtores de vinho no Brasil

Alguns dos Estados produtores de vinho no Brasil são: Pernambuco, Mato Grosso, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Minas Gerais (IBRAVIN, 2016). Os dois últimos Estados possuem diversas vinícolas nas regiões produtoras que fabricam vinhos com uvas Bordô e, em 2014, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015), ocuparam, respectivamente, a 1ª (812.517 ton.) e a 7ª (11.557 ton.) posição no ranking dos produtores nacionais de uvas.

As regiões produtoras de vinho, no Rio Grande do Sul, são: **Campanha**, **Serra do Sudeste**, **Região Central** e **Serra Gaúcha**. Essa última situa-se no Nordeste do Estado, onde está o maior polo vitivinícola brasileiro. Mais de 80% da produção da região se origina de cultivares de uvas americanas (*V. labrusca*, *V. bourquina*) e híbridas interespecíficas. A cultivar Bordô é a principal variedade de uva comum demandada por parte das vinícolas da própria região e também pelas de outros Estados. Em Minas Gerais, as regiões produtoras de vinho são as regiões **Norte** e **Sul** do Estado. Nessa última, há um segmento tradicional que tem o seu foco principal na produção de uvas americanas e híbridas e na elaboração de vinho de mesa e suco de uva. Cada segmento tem características peculiares de estrutura fundiária, tecnologia de produção e estratégias de comercialização (PROTAS; CAMARGO, 2011).

3.4 A uva e o vinho

A uva é cultivada em diferentes partes do mundo. O provável centro de origem da fruta é a atual Groenlândia, há milhões de anos, durante a era Cenozóica, no Período Terciário. No final do Período Quaternário, quando houve a glaciação da Terra, vastas extensões ficaram cobertas pelo gelo, forçando a dispersão das videiras para locais menos atingidos pela glaciação, como os continentes: americano, europeu e asiático-ocidental (SOUZA, 1996).

A videira pertence ao grupo *Cormófitas* (plantas com raiz, talo, folha e autotróficas), divisão *Spermatophita* (planta com flor e semente), subdivisão *Angiospermae* (planta com semente dentro de frutos), classe *Dycotyledoneae* (plantas com dois cotilédones), ordem *Rhamnales* (plantas lenhosas com um ciclo de estames situados dentro das pétalas), família *Vitaceae* (flores com corola de pétalas soldadas na parte superior e de prefloração valvar, com cálice pouco desenvolvido, gineceu bicarpelar e bilocular, com fruto tipo baga) (HIDALGO, 1993). A família *Vitaceae* compreende mais de doze gêneros, com cerca de oitocentas espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (SOUZA; LORENZI, 2005). Pertence a essa família os gêneros *Vitis*, o qual engloba as uvas, essas podem ser comuns (*Vitis labrusca*), de origem americana ou finas (*Vitis vinifera*), de origem europeia (GIOVANNINI, 2005).

O Brasil cultiva tanto uvas comuns quanto finas, essas últimas são utilizadas para mesa ou para elaboração de vinhos finos e apresentam custo de produção mais elevado, já as uvas comuns podem ser empregadas na elaboração de vinhos comuns e consumo *in natura*, de modo geral, apresentam alta produtividade, resistência às principais doenças fúngicas e, adaptam-se bem a regiões de clima tropical e sub-tropical (CAMARGO; NACHTIGAL, 2007).

De acordo com a Legislação Brasileira, vinho é a bebida da fermentação alcoólica do mosto de uva sã, fresca e madura. Quando se utilizam somente uvas

do gênero *Vitis vinifera* para a elaboração desse produto, este é chamado de vinho fino. Caso predomine espécies desse gênero, porém com outras variedades, o vinho é chamado de especial e se forem utilizadas uvas híbridas, ou de cultivares do grupo das americanas (*Vitis labrusca*) e de outras variedades, o vinho é chamado comum ou de consumo corrente (BRASIL, 1988).

Acredita-se que o vinho seja uma das primeiras criações da humanidade, pois se crê que há dois milhões de anos os homens e as uvas já coexistiam. Não se pode dizer ao certo o local e a época em que essa bebida foi elaborada pela primeira vez, é provável que tenha sido produzida acidentalmente e alguns contos dizem isso, o mais citado é um que fala sobre o rei Jamshid. Em sua corte, as uvas eram mantidas em jarras para serem comidas fora da estação. Certa vez, uma das jarras estava cheia de suco e as uvas espumavam e exalavam um cheiro estranho, sendo deixadas de lado por serem impróprias para consumo e consideradas um possível veneno. Uma donzela do harém tentou se matar ingerindo essa bebida. Ao invés da morte ela encontrou alegria e um repousante sono, posteriormente narrou o ocorrido ao rei que ordenou, então, que uma grande quantidade de vinho fosse feita para todos beberem (JOHNSON, 1989).

As primeiras vinhas, no Brasil, foram plantadas em São Vicente (Estado de São Paulo), no início da década de 30, do século XVI, trazidas na comitiva de Martim Afonso de Souza, por Brás Cubas (ALBERT, 2006). No Brasil, o vinho está fortemente associado ao Rio Grande do Sul, estado que teve aumento da produção dessa bebida de aproximadamente 7,2%, em 2015, quando comparada a 2014 e em relação à produção de vinhos finos, houve decréscimo, de aproximadamente 3,42% no mesmo período (MELLO, 2016).

O vinho pode ser elaborado de forma manual (Figura 1) ou industrialmente (Figura 2). O processo industrial pode não proporcionar grande contato do suco celular da fruta com os outros componentes, diferentemente do que ocorre no processo de maceração manual, nesse último caso, o ambiente

pode se tornar mais propício para a atuação das leveduras. Esses microorganismos (*Saccharomices cerevisiae*) já estão presentes nas uvas (leveduras selvagens), mas podem também ser adicionados, chamadas de pé-de-cuba, ao mosto para a ocorrência da fermentação alcoólica.

Essa fermentação é o processo de transformação do açúcar em álcool por meio da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, em condições de anaerobiose. Muitos fatores exercem influência nesse processo, tais como: qualidade do substrato, temperatura de processo, pH, oxigenação, teor alcoólico, aditivos químicos, contaminação microbiana, floculação celular, dentre outros. A fermentação alcoólica é uma das principais etapas para a produção de álcool, seu rendimento é decisivo para a definição da eficiência global desse processo (PASCHOALINI; ALCARDE, 2009). A Legislação brasileira estabelece um teor alcoólico para vinho de mesa, variando entre 8,6 a 14% em volume, e uma pressão mínima de 1 atmosfera a 20°C (vinte graus Célsius) (BRASIL, 2004).

A fermentação alcoólica é um processo biológico, cujo principal agente é a levedura, uma das espécies de leveduras mais utilizadas é a *Saccaromyces cerevisiae* (DUARTE, 2014). Conforme o cálculo estequiométrico abaixo, a fermentação alcoólica tem rendimento de etanol de 51,1% (ILHA et al., 2008):

$2C_6H_{12}O_6$ (glicose ou frutose) \rightarrow $4CH_3CH_2OH$ (etanol) + $4CO_2$ (dióxido de carbono)

100 \rightarrow 51,1 48,9

Figura 1: Prensagem manual de uvas



Fonte: Descubra... (2016)

Figura 2: Esquema da produção industrial de vinhos



Fonte: Sasso et al. (2004) citado por Moura (2014)

3.4.1 A caracterização da uva e do vinho

3.4.1.1 Características gerais

As uvas, geralmente, possuem um formato arredondado, podendo ser de diversas cores, brancas, amarelas, verdes, róseas, roxas, azuladas ou até mesmo negras. A coloração é dependente do teor de antocianinas presentes em cada uma delas, principalmente na casca. Na videira, apresentam-se em cachos, com várias bagas, sendo essas formadas por três partes: película (casca), polpa e semente, existem ainda variedades sem sementes (seedless).

A composição da uva depende de diversos fatores, como: clima, temperatura, estágio de maturação, solo e cultivar. O fruto apresenta um teor médio de água de 81% (FELDBERG et al., 2008), os açúcares variam entre 15 e 30% (AQUARONE et al., 2001), além de proteínas, gorduras, vitaminas, minerais, fibras e componentes não essenciais, incluindo os bioativos (CHUANG; MCINTOSH, 2011). As uvas são utilizadas para a elaboração de diversos alimentos. Rizzon, Zanuz e Manfredini (1994) enfatizam que a maturação e o estado sanitário são os aspectos que mais interferem na qualidade da fruta, sendo o último o principal fator para a obtenção de um bom vinho.

Por definição básica, entende-se por vinho o fermentado de uvas sãs, frescas e maduras (BRASIL, 1988), porém ao se analisar tecnicamente, o vinho não pode ser considerado somente isso, trata-se de uma solução aquosa de etanol com maiores ou menores vestígios de açúcares, ácidos, ésteres, acetatos, lactatos e outros compostos (JOHNSON, 1999). Entre esses outros compostos, encontram-se os bioativos, que são responsáveis pelo poder antioxidante atribuído ao vinho e à uva e os minerais em menor proporção.

3.4.1.2 Compostos bioativos

Além dos macro e micronutrientes essenciais, a dieta usual fornece alguns compostos químicos, chamados de bioativos, que estão presentes, em sua maioria, em frutas e hortaliças e exercem uma alta atividade biológica em benefício da saúde (PEREIRA; BAJO, 2012).

Alguns bioativos são alcalóides, carotenóides e compostos fenólicos, este último grupo tem um ou mais anéis aromáticos ou mais grupos hidroxil (CARDOSO; BARRÉRE; TROVÃO, 2009). Os alcalóides são bases nitrogenadas orgânicas de plantas, microrganismos e animais (DEWICK, 2002). Os carotenóides respondem pelas cores entre amarelo e vermelho nos vegetais.

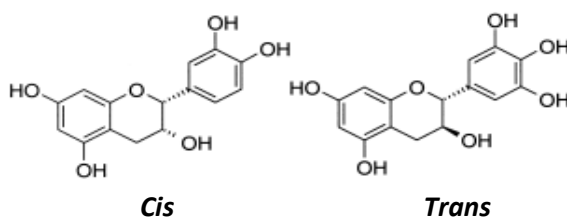
Em vinhos, podem ser encontrados compostos fenólicos majoritariamente. Conforme Reis (2016), esses compostos podem ser biossintetizados por diferentes vias metabólicas, como as rotas do ácido chiquímico e do ácido malônico, a última é mais significativa no metabolismo de microrganismos e é pouco importante no reino vegetal. Segundo Abe et al. (2007), os compostos fenólicos podem ser classificados em flavonóides e não-flavonóides. Ao primeiro grupo, pertencem os **flavanois** (catequina, epicatequina e epigalocatequina), **flavonois** (Kaempferol, quercetina e miricetina) e **antocianinas** e do segundo grupo fazem parte os **ácidos fenólicos**, **hidroxibenzóicos** e **hidroxicinâmicos** e o **resveratrol**, que é um polifenol pertencente à classe dos estilbenos.

Flavonóides

Os **flavanois** são a maior classe de flavonóides nas uvas e vinhos e incluem catequinas monoméricas simples, estando a maioria nas formas de proantocianidina oligomérica e polimérica. Estes, para identificar o local do

grupo álcool no anel C, são muitas vezes chamados especificamente de flavan-3-óis, que são a forma mais reduzida dos flavonóides, existindo estereoisômeros como a epicatequina e galocatequina, encontradas em uvas (Figura 3). Os níveis totais de monoméricos flavan-3-óis no vinho tinto típico variam entre 40 e 120 mg/L, com a maioria sendo, geralmente, catequina, quando a maceração é prolongada, os níveis são maiores (WATERHOUSE, 2002).

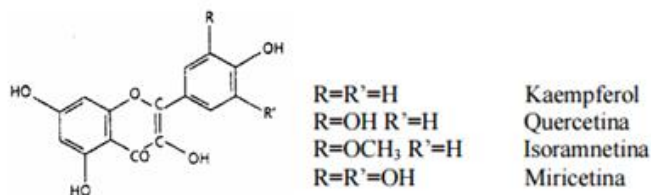
Figura 3: Formas Cis (epicatequina) e Trans (galocatequina ou epigalocatequina) de flavan-3-óis



Fonte: Adaptado de Chatterjee et al. (2012)

Os **flavonóis** ocorrem em alimentos geralmente como O-glicosídeos, com mono, di ou trissacarídeos ligados, em sua maioria, na posição 3, em alguns casos, na posição 7. Os glicosídeos mais encontrados são glicose, galactose, ramnose e frutose (MATSUBARA; RODRIGUEZ-AMAYA, 2006). Em uvas e em seus derivados há quatro flavonóis principais, que são a quercetina (GIEHL et al., 2007), a miricetina, a isoramnetina e o Kaempferol (Figura 4), todos estão sob a forma de agliconas (VACCARI; SOCCOL; IDE, 2009).

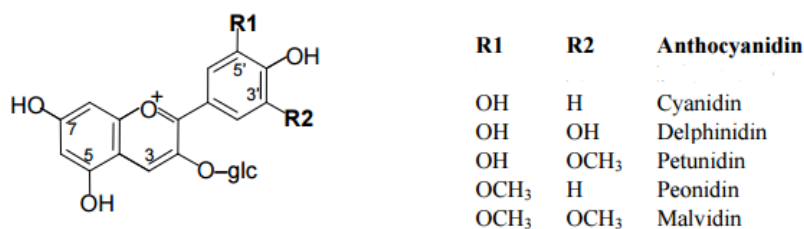
Figura 4: Principais flavonóis encontrados em uvas e em seus derivados



Fonte: Adaptado de Vaccari, Soccol e Ide (2009)

As **antocianinas** fornecem a cor do vinho tinto e as cores vermelhas e azuis encontradas nas cascas de uvas vermelhas ou pretas e em muitos outros alimentos, as mesmas reagem com os taninos para se estabilizarem e persistirem mais tempo no vinho que a forma inicial, mantendo a cor por alguns anos. O esqueleto das antocianinas são as antocianidinas, pouco presentes em vinhos, por serem instáveis. Há cinco antocianidinas básicas no vinho: cianidina, peonidina, delphinidina, petunidina e malvidina (Figura 5). A cor dos vinhos é afetada pelas formas e proporções das antocianinas, essas interagem com outros fenólicos em solução e criam a copigmentação (WATERHOUSE, 2002).

Figura 5: Antocianidinas presentes em vinhos



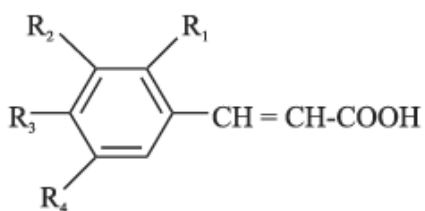
Fonte: Adaptado de Pascual-Teresa, Moreno e García-Viguera (2010)

Não-flavonóides

Os **ácidos fenólicos** estão reunidos em dois grupos, a saber: derivados do **ácido hidroxicinâmico** e derivados do **ácido hidroxibenzóico**. O primeiro grupo ocorre naturalmente e possui um anel aromático com uma cadeia carbônica, constituída por 3 carbonos ligada ao anel. Os ácidos p-cumárico, ferúlico, caféico e sináptico são os hidroxicinâmicos mais comuns na natureza (Figura 6). No grupo dos ácidos hidroxibenzóicos, compostos que possuem grupo carboxílico ligado ao anel aromático, destacam-se os ácidos protocatecuíco, vanílico, siríngeo, gentísico, salicílico, elágico e gálico. Esses

dois grupos de ácidos fenólicos apresentam propriedades antioxidantes. A atividade antioxidante dos ácidos fenólicos e seus ésteres é, geralmente, determinada pelo número de hidroxilas presentes na molécula, embora outras características também possam contribuir. Os ácidos sinápico, ferúlico e *p*-cumárico são antioxidantes mais ativos do que os derivados do ácido hidroxibenzóico, tais como ácido *p*-hidroxibenzóico, procatecuíco, siríngico e vanílico (Figura 7). Isso se deve à dupla ligação presente na molécula dos derivados do ácido cinâmico ($-\text{HC}=\text{CHCOOH}$), que participa da estabilização do radical por ressonância de deslocamento do elétron desemparelhado, enquanto que os derivados do ácido hidroxibenzóico não apresentam essa característica (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

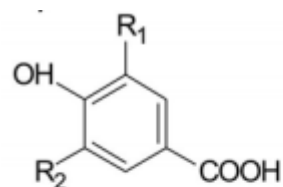
Figura 6: Estrutura química dos ácidos cinâmicos



Ácido cinâmico: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \text{H}$
 Ácido *o*-cumárico: $R_1 = \text{OH}$; $R_2 = R_3 = R_4 = \text{H}$
 Ácido *m*-cumárico: $R_1 = R_3 = R_4 = \text{H}$; $R_2 = \text{OH}$
 Ácido *p*-cumárico: $R_1 = R_2 = R_4 = \text{H}$; $R_3 = \text{OH}$
 Ácido caféico: $R_1 = R_4 = \text{H}$; $R_2 = R_3 = \text{OH}$
 Ácido ferúlico: $R_1 = R_4 = \text{H}$; $R_2 = \text{OCH}_3$; $R_3 = \text{OH}$
 Ácido sinápico: $R_1 = \text{H}$; $R_2 = R_4 = \text{OCH}_3$; $R_3 = \text{OH}$

Fonte: Ramalho e Jorge (2006)

Figura 7: Estrutura química dos ácidos benzóicos



Ácido p-hidroxibenzóico: $R_1 = R_2 = H$

Ácido protocatecuico: $R_1 = OH, R_2 = H$

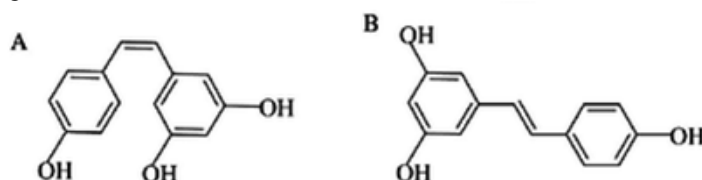
Ácido vanílico: $R_1 = OCH_3, R_2 = H$

Ácido siríngico: $R_1 = R_2 = OCH_3$

Fonte: Angelo e Jorge (2007)

O **resveratrol** é uma fitoalexina produzida por muitas plantas como eucalipto, amendoim, amora e uvas. É sintetizado como cis e trans-resveratrol (Figura 8), tem atividade antioxidante pela inibição da atividade dioxigenase da lipoxigenase, atua também de modo similar ao estrogênio e substitui, parcialmente, esse hormônio nos tratamentos pós-menopausa. O resveratrol atua sobre o câncer de diversas maneiras, como na inibição da cascata do ácido araquidônico, a qual pode induzir a gênese de tumores. Outra via é pela inibição da proteína Cquinase, um mediador chave na promoção dos tumores, ação que explicaria o seu efeito quimiopreventivo (SAUTTER et al., 2005).

Figura 8: Isômeros Cis (A) e Trans (B) resveratrol



Fonte: Adaptado de Sautter et al. (2005)

3.4.1.3 Minerais

Minerais são componentes inorgânicos de ocorrência natural, havendo mais de 4000 espécies distintas, porém somente 10% dessas ocorrem de forma mais abundante na crosta terrestre (BRANCO; CHAVES, 2006). São sólidos, com arranjo atômico altamente ordenado e uma composição química homogênea e definida, porém não necessariamente fixa. Os minerais podem ser formados inorgânica ou organicamente, como ocorre com o carbonato de cálcio das conchas dos moluscos (KLEIN; DUTROW, 2012).

Na videira, os minerais são absorvidos do solo e migram para o vinho, por meio do processamento da uva na vinificação. O potássio representa quase 50% do total das substâncias minerais presentes em uvas. É encontrado, principalmente, nas cascas, por isso sua passagem ao vinho depende da maceração. Outros minerais que podem também ser encontrados em vinhos são o sódio e o cálcio (MOTA et al., 2006).

3.5 Fatores que influenciam na qualidade dos vinhos

São vários os fatores que influenciam na produção e qualidade de uvas e vinhos como o solo, o clima, fatores biológicos, agrônômicos e enológicos, dentre outros. Todos esses fatores podem ser peculiares ao local de origem das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos.

Existem solos com teores maiores e menores de determinados minerais e isso influencia em sua presença nas uvas e nos vinhos. A profundidade e o tipo do solo onde a videira está plantada também podem influenciar. Conforme Mello (2008), a videira se adapta a vários tipos de solos, no entanto é uma cultura que não se adapta a solos que permanecem por longos períodos sob condição de encharcamento.

Em relação ao clima, a radiação solar e/ou temperaturas elevadas juntamente com um déficit hídrico moderado auxiliam no acúmulo de açúcares. A ocorrência de noites relativamente frias auxilia no acúmulo de polifenóis antocianinas nas cultivares tintas. De um ano para outro, poderá haver mudanças climáticas (efeito safra), que pode repercutir nas características e na qualidade de uvas e vinhos (TONIETTO; MANDELLI; CONCEIÇÃO, 2008).

Os fatores biológicos são aqueles próprios à espécie (CALIXTO, 2003), na videira alguns desses fatores são: variedade; dias de brotação até a colheita; resistência a determinadas pragas e a variações climáticas; tamanho, formato, cor e peso das bagas da uva, dentre outros.

Os fatores agronômicos dizem respeito ao sistema de condução e práticas de manejo; escolha das variedades mais adaptadas, porta-enxertos e outros (BORGHEZAN, 2010).

Os fatores enológicos estão relacionados às técnicas utilizadas no processo de vinificação (BORGHEZAN, 2010), como a vinificação em tinto, em branco e em rosê; utilização de leveduras selvagens (próprias da uva) e/ou de leveduras adicionadas ao mosto; número de trasfegas; clarificação; adição ou não de sulfito (sulfitação) e de açúcar (chaptalização) e envelhecimento.

Há um termo francês que não tem tradução em outro idioma e envolve a interação entre os cinco fatores supracitados, que é a palavra *terroir* (TONIETTO; MANDELLI; CONCEIÇÃO, 2008).

Cada região possui uma interação distinta entre esses fatores e isso interfere nas características de uvas e vinhos. Provavelmente, quanto mais distinto for cada um desses fatores, mais distintos serão as uvas e os vinhos que estarão sob os mesmos.

3.6 Métodos de preservação de alimentos e bebidas

A irradiação pode ser utilizada como meio de preservação de alimentos e bebidas (CRISTINI et al., 2011), podendo induzir a efeitos adversos sobre a qualidade dos mesmos, especialmente em altas doses (SEVERINO et al., 2015).

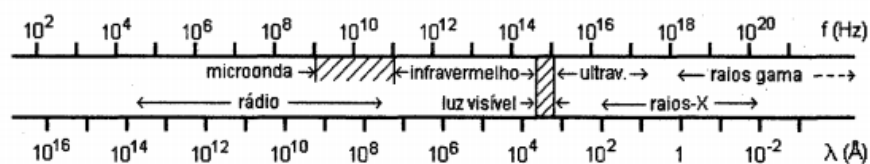
3.6.1 Descoberta da irradiação e histórico do seu uso em alimentos

Irradiações advêm de fontes artificiais ou naturais, são partículas atômicas ou subatômicas energéticas, ondas eletromagnéticas, transmitidas através do ar, de meios materiais ou até mesmo através do vácuo. Ao interagir com a matéria produzem variados efeitos (DANTAS, 2013). Há a irradiação não ionizante como a luz visível e a ionizante como os raios-X e a irradiação gama.

Em 1801 e 1895, foram descobertos pelos físicos alemães Johann Wilhelm Ritter e Wilhelm Conrad Röntgen, respectivamente, a irradiação UV, que possui comprimento de onda λ menor que 400nm ($\lambda < 400\text{nm}$, $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) e os raios-X (CESAREO, 2010; POZZEBON; RODRIGUES, 2009). Conforme Boldo (2000), os raios-X são ondas eletromagnéticas com comprimento de onda entre 10^2 e 10^{-2} Å aproximadamente. Na medicina, atualmente, são utilizados em radiografias. Segundo Bonzi (2015), o químico e físico francês Paul Ulrich Villard evidenciou um tipo de irradiação, a qual denominou irradiação gama, em 1900. Esta possui alta frequência e baixo comprimento de onda, tendo diversas aplicações, como no combate aos cânceres (HUSSEIN; REBELLO, 2005); no setor de pedras preciosas, onde o quartzo hialino, por exemplo, adquire tonalidades verde, amarelo e marrom (BARBOSA, 2012); pode também ser utilizada em alimentos e bebidas, como em extrato hidrossolúvel de soja com suco de uva (BARROS, 2016).

A ilustração abaixo (Figura 9) mostra o espectro eletromagnético completo, onde se situam a irradiação UV, os raios-X e os raios gama.

Figura 9: Espectro das ondas eletromagnéticas



Fonte: Boldo (2000)

Em 1905, os pesquisadores J. Appleby e A. J. Banks conseguiram a primeira patente por proporem a irradiação de alimentos com raios alfa, beta e gama, advindos de elementos radioativos (DIEHL, 2002). Entre 1905 e 1920, foram feitas pesquisas básicas sobre a natureza, a química, a física e os efeitos biológicos da irradiação ionizante (MOLINS, 2001). Em 1930, o alemão Otto Wüst recebeu uma patente francesa pelo uso da irradiação ionizante na conservação de alimentos. No fim de 1940, iniciou-se o desenvolvimento da irradiação de alimentos por empresas dos EUA (MOLINS, 2001).

A partir da criação do programa “Atoms for Peace” pelos EUA em 1953, houve maior disponibilidade de isótopos para a irradiação de alimentos, isso desencadeou grande colaboração internacional (ROBERTS; WEESE, 2016).

No período de 1965 a 1970, a Organização Mundial de Saúde (WHO), juntamente com a Food and Drug Organization (FAO) e a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) formaram o Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on Wholesomeness of Irradiated Food (JECFI), cujo objetivo era avaliar a qualidade e a segurança de alimentos irradiados. A irradiação foi aprovada nos limites de dose em que não comprometia os atributos dos

alimentos (CRAWFORD; RUFF, 1996). Em 1967, houve a introdução de alimentos irradiados aos astronautas do programa Apollo e, em 1969, o homem foi à Lua, consumindo esses alimentos (SILVA, 2008).

A partir do ano de 1982, muitos países instalaram irradiadores de alimentos, como Noruega, Estados Unidos, Brasil, Israel, Dinamarca, dentre outros, com o fim comum de irradiar especiarias (LOAHARANU, 1996).

As pesquisas com irradiação de alimentos, no Brasil, iniciaram-se nos anos 60, em meados da década de 70 estiveram paralisadas e foram, a partir de 1984, novamente impulsionadas, já que os tratamentos quarentenáveis com agentes fumigantes começaram a ser proibidos, o que levou países como o Japão e os EUA a proibir a importação de mamão e manga, advindos do Brasil (FERREIRA, 1999). A primeira regulamentação para irradiação de alimentos foi feita em 1973, complementada em 1985 e em 1989, porém essas complementações foram revogadas pela RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que criou o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos (SILVA, 2008).

No Brasil, há um órgão responsável por regular, licenciar e fiscalizar a produção e o uso da energia nuclear no Brasil, cujo nome é Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), foi fundado em 1956 e estruturado em 1962, para desenvolver a política nacional de energia nuclear (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2015).

Em 1952, foi fundado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte – MG, o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), um Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR), este passou a integrar o Plano Nacional de Energia Nuclear em 1965, por meio de um convênio entre a UFMG e a CNEN (CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR, 2016). Segundo a FUNDEP-UFMG (2007) citado por Cardoso (2008), em 1992, o CDTN fez uma campanha de divulgação da

irradiação junto ao empresariado nacional. Porém, este relutou, em razão da aparente rejeição por parte dos consumidores. Assim sendo, somente em 1998 o CDTN desenvolveu pesquisas para provar que o uso da irradiação seria viável. O laboratório começou a iniciar suas atividades em 2001.

As pesquisas e descobertas em relação ao uso da irradiação em alimentos continuam até os dias atuais, como, por exemplo, na avaliação da atitude do consumidor frente a alimentos irradiados; nos efeitos de métodos combinados contra microrganismos e na avaliação dos efeitos da irradiação gama em bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja e suco de uva (BARROS, 2016; ORNELLAS et al., 2006; SEVERINO et al., 2015).

3.6.2 Princípios da irradiação de alimentos

A irradiação não ionizante corresponde àquelas que não possuem energia suficiente para provocar a ionização do material e, ao serem absorvidas, elas aumentam sua temperatura (ANGUERA, 2012). Segundo Ferreira (1999), a irradiação ionizante ocorre quando a sua interação com o átomo e moléculas do meio remove alguns dos elétrons orbitais, daí surgem pares iônicos eletricamente carregados, formados por um íon positivo e outro negativo. Pode também formar radicais livres quando ocorre quebra de ligações químicas.

A irradiação de alimentos deve seguir as boas práticas de gestão e cumprir com os Princípios gerais de higiene alimentar do Codex Alimentarius, órgão responsável pelas normas relativas à saúde humana (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2003). Esse processo não pode ser utilizado para mascarar defeitos dos alimentos, ou seja, não substitui as Boas Práticas de Fabricação.

A principal fonte de irradiação gama para conservar alimentos é aquela advinda, sobretudo, do Césio-137 (^{137}Cs) e do Cobalto-60 (^{60}Co), esses

elementos apresentam, respectivamente, necessidade de recarga da fonte, de 2,3% e 12% ao ano; alto poder de penetração e boa uniformidade de dose. O risco de contaminação por ^{137}Cs é alto, mas por ^{60}Co é baixo. O ^{60}Co é produzido num reator nuclear, por meio do bombardeamento com nêutrons de pastilhas de Cobalto-59 (^{59}Co) altamente refinadas, enquanto o ^{137}Cs advém da cisão de urânio, o produto final é obtido na forma de Cloreto de Césio (CsCl) que é um sal solúvel em água, isso representa um alto risco de poluição ambiental. O ^{60}Co é o radioisótopo mais utilizado para a irradiação gama de alimentos. Ao longo dos anos de uso, o ^{60}Co transforma-se em níquel e o ^{137}Cs em bário, esses elementos já não são radioativos (FERREIRA, 1999).

Os raios gama são mais poderosos que os raios emitidos por um forno de micro-ondas, esses últimos aquecem rapidamente o alimento e os primeiros, com comprimentos de onda menores e frequências maiores, penetram no alimento tão rápido, que não há produção de calor. Depois de irradiado o alimento, tem de se ter o cuidado de não recontaminá-lo (ROBERTS; WEESE, 1995).

Para se irradiar um produto alimentício, este é introduzido em uma câmara, onde receberá a irradiação de uma fonte como o ^{60}Co . É preciso ajustar a taxa de dose, ou seja, quantos Gy/h serão usados para que a dose absorvida de irradiação seja adequada aos objetivos iniciais do processo. Segundo Ehlermann (2001), uma dose muito baixa resulta em tratamento ineficiente e uma dose muito alta resulta na deterioração do produto.

A dose de irradiação utilizada em alimentos é medida em termos de kilograys (kGy) por um dosímetro, 1 kGy equivale a 1000 grays (Gy), 0,1 megarad (Mrad), ou 100.000 rads (Tabela 1). O gray é a quantidade de energia de irradiação que 1 kg do alimento recebe (ROBERTS; WEESE, 1995).

Na tabela, a seguir, mostram-se as unidades utilizadas na irradiação:

Tabela 1 – Unidades de conversão utilizadas para irradiação

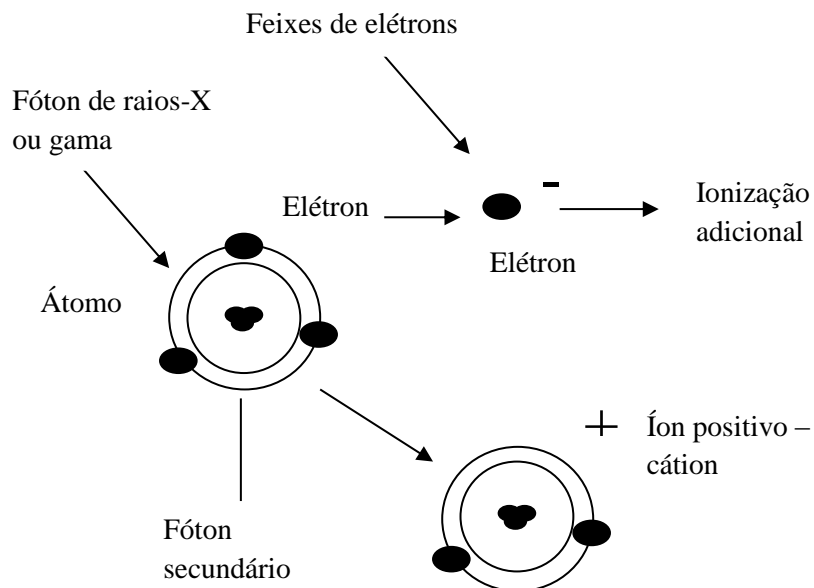
Unidade	Corresponde a
1.000.000	1 megarad (Mrad)
1 gray (Gy)	100 rads
1 kilogray (kGy)	100.000 rads
1 kGy	100 kilorads (krads)
1 kGy	0,1 Mrad
10 kGy	1 Mrad

Fonte: Roberts e Weese (1995)

3.6.3 Efeitos da irradiação ionizante nos alimentos

Toda a matéria é composta por átomos que contêm um núcleo e certo número de elétrons, que são carregados negativamente e giram ao redor do núcleo, o qual contêm prótons com carga positiva e nêutrons não carregados. Se um elétron sair da camada exterior, o átomo torna-se um cátion. Mas, se um elétron é acrescentado à camada externa, o átomo torna-se um ânion. Um átomo, naturalmente contém o mesmo número de prótons e elétrons. Quando a irradiação ionizante passa pelo alimento, este perde energia, ou seja, a energia é absorvida (dose absorvida) e é esta dose absorvida que leva à ionização ou excitação dos átomos e moléculas da matéria e isso resulta em mudanças químicas. Produtos da alteração dos principais componentes do alimento advêm da decomposição de moléculas excitadas e íons ou pela reação dos últimos com moléculas vizinhas (STEWART, 2001). Na figura abaixo (Figura 10), mostra-se o mecanismo de transferência de energia por raios X, gama e feixes de elétrons.

Figura 10: Mecanismo de transferência de energia por raios X, gama e feixes de elétrons



Fonte: Adaptado de Molins (2001)

Os efeitos da irradiação ionizante em alimentos dependem de diversos fatores externos, como a dose a qual o alimento é exposto, a ausência ou presença de oxigênio e a embalagem e de fatores internos, como a temperatura na qual o alimento se encontra e a composição do alimento, no caso o teor de proteínas, lipídios, carboidratos e água.

Alguns efeitos dizem respeito à redução de microrganismos, degradação de pigmentos, modificações nas características sensoriais, dentre outros.

Segue abaixo uma tabela (Tabela 2) que mostra alguns dos efeitos da irradiação gama em diversos alimentos.

Tabela 2 – Efeitos da irradiação gama observados em diversos alimentos

Alimento	Dose(s) (kGy)	Efeitos	Fonte
Carne bovina refrigerada	8,0; 4,0	Sabor levemente defumado; Eliminação de diversos microrganismos	Mariano (2004).
Cascas de romã	10,0	Aumento do teor de fenólicos e da atividade antioxidante	Mali, Khedkar e Lele (2011).
Morango	1,0	Aumento da atividade antioxidante	Nassur et al. (2016).
Amendoim	5,0 e 7,5	Aumento do teor de fenólicos e da atividade antioxidante	Camargo et al (2011).
Vinhos de manga	0,5 e 1,0	Aumento do teor de fenólicos e da atividade antioxidante	Kondapalli et al (2014).
Vinhos tintos	1,0, 5,0 e 10,0	Aparecimento de características relacionadas ao envelhecimento	Singleton (1963).
Couve minimamente processada	0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5	Redução de microrganismos	Banerjee et al. (2016).
Cerveja Pilsner	0,4 e 0,8	Aumento do teor de acetaldeído, redução do teor de n-propanol e de diacetil	Roey e Delvaux (1986).
Aguardente de cana-de-açúcar paulista irradiada em embalagem de vidro	10,0	Aumento do teor de acetaldeído e álcoois superiores (acima do permitido pela Legislação Brasileira)	Souza (2000).

3.6.4 Legislação brasileira sobre irradiação de alimentos

A primeira Legislação sobre alimentos irradiados data de 1973 (BRASIL, 1973). Em 1985, houve uma complementação dessa Lei (BRASIL, 1985) e em 1989 também (BRASIL, 1989). Em 2001, essas complementações foram revogadas pela RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. O objetivo dessa Legislação é estabelecer os requisitos gerais para o uso da irradiação de alimentos com vistas à qualidade sanitária do produto final. Aplica-se a todos os alimentos tratados por irradiação. A irradiação de alimentos é um processo físico de tratamento que consiste em submeter o alimento, já embalado ou a granel, a

doses controladas de irradiação ionizante, com finalidades sanitária, fitossanitária e ou tecnológica. As fontes de irradiação são aquelas autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, como o Cobalto - 60 e o Césio - 137. Na rotulagem dos Alimentos Irrradiados e também nos locais de exposição à venda de produtos a granel irradiados deve estar indicada a seguinte informação: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO". Quando um produto irradiado é utilizado como ingrediente em outro alimento, isso deve estar indicado na lista de ingredientes, entre parênteses, após o nome do mesmo (BRASIL, 2001). Quando um alimento é irradiado, coloca-se em sua embalagem um símbolo denominado radura (Figura 11).

Figura 11: Símbolo utilizado em embalagens de alimentos irradiados – Radura



Fonte: Ornellas et al. (2006)

3.7 Análises realizadas nos vinhos

3.7.1 pH, acidez titulável, fixa e volátil

O pH determina a concentração hidrogeniônica de uma solução e se correlaciona inversamente com a acidez, quanto maior o pH, menor a acidez e vice-versa. A acidez na uva origina-se dos ácidos tartárico, málico e cítrico, variando em função das condições edafoclimáticas, cultivar e métodos de cultivo adotados durante o desenvolvimento (PEYNAUD, 1997).

A acidez titulável se correlaciona com o ácido predominante, no caso da uva, o ácido tartárico e, segundo Possner e Kliewer (1985) esse ácido, juntamente com o ácido málico, representam mais de 90% da acidez total. A videira é uma das raras plantas que sintetizam esse ácido em grandes quantidades (RIZZON; MIELE, 2001). O ácido málico é um dos ácidos orgânicos mais difundidos na natureza (RIZZON; SGANZERLA, 2007).

A acidez fixa do vinho é composta por ácidos que o vapor de água não arrastou, como o tartárico e o málico, por exemplo, sendo também expressa em termos de ácido tartárico.

A acidez volátil do vinho é constituída de ácidos voláteis (ácido acético, propiônico e butírico), sendo o ácido acético o componente principal. O baixo teor em acidez volátil indica a boa sanidade do produto (AQUARONE et al., 2001). O ácido acético é o principal componente do vinagre, quando presente em grande quantidade no vinho, diz-se que este “avinagrou”.

3.7.2 Atividade de água (aW)

A aW é representada pela pressão de vapor parcial de água no alimento sobre a pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura (AZEREDO et al., 2012). Há poucos trabalhos que mostram a aW em vinhos, pois nesse tipo de bebida não é uma análise relacionada à sua qualidade e conservação, por causa da escassez de estudos contendo essa análise, foi dada ênfase à sua realização aqui.

3.7.3 Sólidos solúveis, açúcares totais e relação sólidos solúveis/acidez titulável (rácio)

Os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, que representam açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas. Medidos por refratometria, são usados como índice dos açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. O teor de sólidos solúveis pode variar com a quantidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, variedade, solo e outros (OLIVEIRA et al., 1999). A indústria de alimentos usa o teor de sólidos solúveis como parâmetro para indicar a qualidade dos frutos. Os açúcares totais, geralmente representam a maior parte dos sólidos solúveis. A relação sólidos solúveis/acidez titulável é denominada rácio e tem relação direta com o sabor de frutas e bebidas, em consequência do valor do rácio, os alimentos poderão ter uma maior ou menor aceitação.

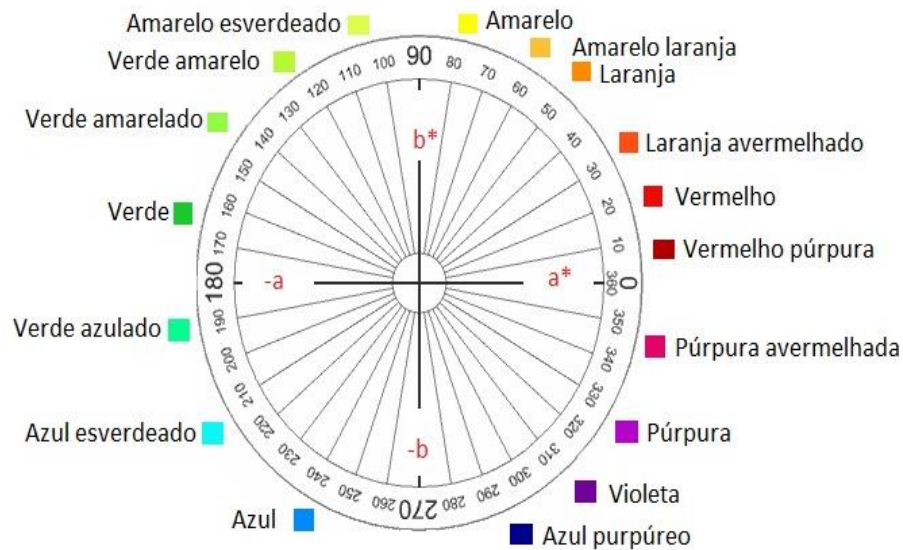
3.7.4 Coloração

É um dos principais atributos analisados quando se faz a escolha de um determinado alimento. De acordo com a NBR 12806 (ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993), o tom consiste na dimensão da cor que corresponde à variação nos comprimentos de onda ($^{\circ}hue$), a luminosidade é o grau de claro ou escuro de uma cor comparada a um cinza neutro, em uma escala que varia do preto absoluto ao branco absoluto e a saturação é o grau de pureza de uma cor ($chroma$).

As análises para determinação de cor podem ser realizadas por meio da leitura superficial, pelo sistema CIE $L^* a^* b^*$, em que L^* representa o índice de luminosidade (mais claro ou mais escuro); a^* (+), o teor de vermelho; a^* (-), o teor de verde; b^* (+), o teor de amarelo, e b^* (-), o teor de azul. A medida de cor normalmente é realizada com a utilização de colorímetros, como o Minolta Chroma Meter, calibrados para um padrão branco em ladrilho (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1990). Abaixo, segue a imagem (Figura 12) da representação do $^{\circ}hue$ com as variáveis a^* e b^* .

Figura 12: Diagrama CIELAB com as variáveis a^* , b^* e $^{\circ}hue$



Fonte: Adaptado de Chitarra e Chitarra (2005)

3.7.5 Teor de etanol

O etanol é formado naturalmente no processo fermentativo, sendo o álcool predominante. As leveduras utilizam o açúcar como substrato e o etanol, juntamente com CO₂ são decorrentes do seu metabolismo. A quantidade desse álcool existente depende da quantidade de substrato a fermentar, das condições ambientais e da cepa de levedura utilizada. A aferição do teor de etanol permite a classificação do vinho segundo a Legislação, a qual estabelece um teor alcoólico para vinho de mesa, variando entre 8,6 a 14% em volume, e uma pressão mínima de 1 atmosfera a 20°C (vinte graus Célsius) (BRASIL, 2004).

3.7.6 Densidade relativa

A densidade relativa é definida como o coeficiente do peso específico do vinho pelo peso específico da água, sendo a relação expressa em quatro casas decimais, entre a massa volumétrica (g ml⁻¹) do vinho a 20°C e a massa volumétrica da água à mesma temperatura. Indiretamente, essa análise permite determinar, aproximadamente, o extrato seco e o teor de açúcar nos vinhos. A densidade varia em função do extrato seco, do teor de açúcar, do grau alcoólico (MARTINS, 2011), dos minerais, dos ácidos orgânicos e outros componentes.

3.7.7 Determinação de minerais

Alguns dos minerais que podem ser encontrados em vinhos são: o potássio, o sódio e o cálcio (MOTA et al., 2006). Pessoas saudáveis que consomem uma dieta ocidental ingerem aproximadamente 2,7 g de potássio por dia. Quantidades mínimas de potássio são excretadas pelas fezes e suor, sendo os rins os principais responsáveis pela excreção e regulação do balanço de potássio.

O potássio, juntamente com o sódio são importantes na manutenção do equilíbrio hidroeletrolítico celular (CUPPARI; BAZANELLI, 2010). O sódio é o principal eletrólito do fluido extracelular e tem papel fundamental na manutenção do volume e da osmolaridade (BAZANELLI; CUPPARI, 2009). O cálcio é o mineral mais abundante no corpo humano (FRANÇA; MARTINI, 2014).

3.7.8 Determinação do extrato seco, extrato seco reduzido e relação álcool em peso/extrato seco reduzido

O extrato seco refere-se ao peso do resíduo seco que resta do vinho após a evaporação dos seus compostos voláteis e é constituído, principalmente, por ácidos não voláteis, sais orgânicos e minerais, compostos fenólicos e nitrogenados, açúcares, polissacarídeos, taninos e pigmentos (RIZZON; MIELE, 1996). O extrato seco reduzido é o extrato seco reduzido dos açúcares totais excedentes a 1 g l^{-1} e a relação álcool em peso/extrato seco reduzido mostra a relação entre o álcool e os compostos fixos (extrato seco reduzido) do vinho (RIZZON, 2010). Essas análises dizem respeito ao corpo do vinho.

3.7.9 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante é a capacidade que determinada gama de compostos antioxidantes tem de inibir a oxidação do alimento em processos oxidativos, ou seja, que necessitam do oxigênio. Em humanos, esses processos têm como alguns produtos os radicais livres, responsáveis, em parte, pelo envelhecimento do corpo e também pelo surgimento de algumas doenças, como é o caso do câncer. Os antioxidantes trabalham em prol de combater esses radicais no organismo e, conseqüentemente, o resultado pode ser a redução da

ocorrência desses tipos de doenças. Antioxidantes são um conjunto heterogêneo de substâncias formados por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais e, ainda, enzimas, que bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres, formados nas reações metabólicas ou por fatores exógenos, ao organismo. A geração desses radicais, fisiológica ou não, é normalmente equilibrada pela ação dos antioxidantes endógenos e exógenos (OU et al., 2002).

3.7.10 Fenólicos totais

Fenólicos são compostos que possuem um ou mais anéis aromáticos com um ou mais grupos hidroxila. São os metabólitos secundários mais abundantes de plantas, com mais de 8.000 estruturas conhecidas, desde simples moléculas como ácidos fenólicos até substâncias altamente polimerizados, como taninos. Fenólicos estão geralmente envolvidos na defesa contra a agressão por irradiação ultravioleta ou de agentes patógenos, parasitas e predadores. Também contribuem para as cores das plantas. Eles são onipresentes em todos os órgãos da planta. Fenólicos são parcialmente responsáveis pelas propriedades sensoriais globais de alimentos de origem vegetal, podendo contribuir com o amargor e adstringência de frutas e sucos de frutas, por causa da interação entre compostos fenólicos, principalmente procianidina, e a glicoproteína da saliva (DAI; MUMPER, 2010). A quantificação de fenólicos totais permite observar qual é o teor desses compostos nos alimentos, porém a atividade antioxidante não está diretamente relacionada ao teor de fenólicos encontrados, mas sim à estrutura dos mesmos, pois quanto maior o número de insaturações e de hidroxilas de um fenólico, maior sua capacidade antioxidante.

3.7.11 Antocianinas

Responsáveis pelas cores azul, vermelho e combinações desses tons nos frutos e em vinhos. De acordo com Janeiro e Brett (2007), as antocianinas são polifenóis de plantas e um dos principais grupos de pigmentos naturais amplamente distribuídos na natureza. As diferenças entre as antocianinas encontradas são resultado, principalmente, dos graus de hidroxila (mais azul) e metoxila (mais vermelha) substituintes no anel B (WILSKA-JESZKA, 2007). A análise de antocianinas permite observar qual o seu teor em um alimento ou bebida e a estrutura da mesma determina seu potencial antioxidante, no caso, quanto mais hidroxilada for uma antocianina, mais antioxidante é a mesma e o inverso ocorre quando o pigmento for mais metoxilado.

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, abr./jun. 2007.

ALBERT, A. Z. **O admirável novo mundo do vinho e as regiões emergentes**. 3. ed. São Paulo: Senac, 2006. 286 p.

AMBERS, R. K. R. Dr. Daniel Norborne Norton and the origin of the Norton grape. **American Wine Society Journal**. Lawrenceville, v. 36, n. 3. p. 77-87, 2004.

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.

ANGUERA, M. G. **Exposição à radiação não-ionizante emitida por equipamentos terapêuticos de micro-ondas e morbidade referida em fisioterapeutas**. 2012. 141 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia Industrial**: volume 4. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 273 p.

ARANHA, J. A. **Dicionário brasileiro de insultos**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2002. 363 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12806**: análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association Of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 3000 p.

AZEREDO, H. M. C. et al. Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem: fatores que afetam a velocidade das alterações microbiológicas. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. Cap. 1. p. 20-21.

BANERJEE, A. et al. Shelf life extension of minimally processed ready-to-cook (RTC) cabbage by gamma irradiation. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 53, n. 1, p. 233–244, Jan. 2016.

BARBOSA, C. T. A. **Origem do quartzo *Green Gold***: tratamento e ambiente geológico. 2012. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BARROS, E. A. **Produção de bebida mista de extrato hidrossolúvel de soja e suco de uva submetida a diferentes doses de radiação gama**. 2016. 119 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2016.

BAZANELLI, A. P.; CUPPARI, L. Sódio. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes**, São Paulo, v. 4, p. 1-16, 2009.

BOLDO, E. M. **Estudo de filmes finos e multicamadas metálicas por difratometria de raios-X**. 2000. 89 p. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BONZI, E. V. Neutrinos. **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba, v. 27, n. 2, p. 41-50, Dec. 2015.

BORGHEZAN, M. **Comportamento ecofisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.) cultivada em São Joaquim, Santa Catarina**: área foliar, crescimento vegetativo, composição da uva e qualidade sensorial dos vinhos. 2010. 228 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BRANCO, P. M.; CHAVES, M. L. S. C. A mineralogia e alguns de seus minerais raros ou de gênese exótica. **Terræ Didática**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 75-85, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 72718, de 29 de agosto de 1973. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 ago. 1973.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC nº 21, de 26 de Janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para irradiação de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 jan. 2001. p. 1-3.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – MAPA; Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC. Lei 10.970/2004 (Lei Ordinária) 12/11/2004. Altera dispositivos da Lei no 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 nov. 2004. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – MAPA. Portaria n.º 229, de 25 de outubro de 1988. Complementação de Padrões de Identidade e Qualidade de Vinho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 out. 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria da Divisão Nacional da Vigilância Sanitária de Alimentos nº 9, de 08 de março de 1985. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 mar. 1985.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria da Divisão Nacional da Vigilância Sanitária de Alimentos nº 30, de 25 de setembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 set. 1989.

CALIXTO, M. C. **Hibridação somática entre *Citrus sinensis* e *C. grandis***. 2003. 114 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CAMARGO, A. C. et al. Efeitos da radiação gama na cor, capacidade antioxidante e perfil de ácidos graxos em amendoim (*Arachis hypogaea*

L.), **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 11-15, jan./mar. 2011.

CAMARGO, U. A.; 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. 8 p. (Comunicado Técnico n° 63).

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. **Novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 66 p.

CAMARGO, U. A.; NACHTIGAL, K. C. Cultivares. In: NACHTIGAL, K. C.; SCHNEIDER, E. P. (Ed.). **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. p. 11-17. (Documento n° 65).

CAMARGO, U. A.; RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G. Como são classificadas as variedades de uva? In: NACHTIGAL, K. C.; MAZZAROLO, A. (Ed.). **Uva: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2008. Cap. 17. p. 25.

CARDOSO, K. F. G. Utilização de irradiação em carne de aves. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 39, p. 1-7, out. 2008.

CARDOSO, R. M.; BARRÉRE, A. P. N.; TROVÃO, F. C. S. Os fitoquímicos e seus benefícios na saúde. **Einstein**: educação continuada em saúde, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 106-109, 2009.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR - CDTN. **O CDTN**: história do CDTN. Belo Horizonte: CDTN, 2016. Disponível em: <<http://www.cdtn.br/o-cdtn>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

CESAREO, R. **Dos Raios X à Bomba Atômica (1895–1945)**: os 50 anos que mudaram o mundo. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 546 p.

CHATTERJEE, A. et al. Green tea: a boon for periodontal and general health. **Journal of Indian Society of Periodontology**, Mumbai, v. 16, n. 2, p. 161-167, Apr./June 2012.

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

CHUANG, C.; MCINTOSH, M. K. Potential mechanisms by which polyphenol-rich grapes prevent obesity-mediated inflammation and metabolic diseases. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 31, p. 155–176, Aug. 2011.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION - CAC. **General principles of food hygiene (CAC/RCP 1-1969, Rev 4-2003)**. Rome: Codex Alimentarius, 2003. 31 p.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN. **Quem somos**. 2015. Belo Horizonte: CNEN, 2015. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/quem-somos>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

CRAWFORD, L. M.; RUFF, E. H. A review of the safety of cold pasteurization through irradiation. **Food Control**, Guildford, v. 7, n. 2, p. 87-97, Apr. 1996.

CRISTINI, D. et al. Tecnologia empregada na radiologia industrial: Revisão de literatura. **Boletim Científico do Instituto de Ensino e Pesquisa**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 18-24, ago. 2011.

CUPPARI, L.; BAZANELLI, A. P. Potássio. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes**, São Paulo, v. 11, p. 1-16, 2010.

DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, Oxford, v. 15, n. 10, p. 7313-7352, Oct. 2010.

DANTAS, R. C. M. **Avaliação do efeito radioprotetor da *Mentha piperita* na disfunção salivar de ratos irradiados**. 2013. 72 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, jan./jun. 2004.

DESCUBRA como é feita a bebida dos deuses. **Sapores de Vinho**, [S.l.], 2016. Disponível em: < <https://www.saporedivino.com.br/como-se-faz-o-vinho/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

DEWICK, P. M. Alkaloids. In: _____. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2002. Cap. 6. p. 290.

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

DUARTE, F. T. B. **A Fermentação alcoólica como estratégia no ensino de transformação química no nível médio em uma perspectiva interdisciplinar**. 2014. 192 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

EHLERMANN, D. Process control and dosimetry in food irradiation: introduction. In: MOLINS, R. A. **Food irradiation: principles and applications**. Washington: John Wiley & Sons, 2001. Cap. 15. p. 388.

FELDBERG, N. P. et al. Viabilidade da utilização de descartes de produção de uvas sem sementes para elaboração de passas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 846-849, set. 2008.

FERREIRA, S. R. S. **Contribuição da tecnologia de irradiação de alimentos no fornecimento de segurança alimentar e nutricional**. 1999. 188 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

FRANÇA, N. A. G.; MARTINI, L. A. Cálcio. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes**, São Paulo, v. 1, p. 1-24, jan. 2014.

GIEHL, M. R. et al. Eficácia dos flavonóides da uva, vinho tinto e suco de uva tinto na prevenção e no tratamento secundário da aterosclerose. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 145-155, jul./set. 2007.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. 2. ed. Porto Alegre: Renascença, 2005. 368 p.

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 983 p.

HOPPER, D. W. et al. Transcriptomic network analyses of leaf dehydration responses identify highly connected ABA and ethylene signaling hubs in three grapevine species differing in drought tolerance. **BMC Plant Biology**, London, v. 16, n. 1, p. 118, May 2016.

HUSSEIN, M. S.; REBELLO, P. Combate ao câncer ganha novas técnicas: A física nuclear e o tratamento de tumores. **Revista USP**, São Paulo, n. 66, p. 80-95, jun./ago. 2005.

ILHA, E. C. et al. **Rendimento e eficiência da fermentação alcoólica na produção de hidromel**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 14 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO - IBRAVIN. **Cadastro vinícola**. Rio Grande do Sul, 2016. 1 p. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/estatisticas/1458840676.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO - IBRAVIN. **Regiões Produtoras**. Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/regioes-produtoras.php>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

JACKSON, R. S. Olfactory system. In: _____. **Wine tasting: a professional handbook**. San Diego: Academic Press, 2002. Cap. 3. p. 51.

JANEIRO, P.; BRETT, A. M. O. Redox behavior of anthocyanins present in *Vitis vinifera* L. **Electroanalysis**, Weinheim, v. 19, n. 17, p. 1779-1786, Sept. 2007.

JOHNSON, H. **A história do vinho**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. 546 p.

JOHNSON, H. **The story of wine**. London: Mitchell Beazley, 1989. 480 p.

KLEIN, C.; DUTROW, B. Introdução: o que é um mineral? In: KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de ciência dos minerais**. 23. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Cap. 1, p. 28-29.

LOAHARANU, P. Irradiation as a cold pasteurization process of food. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 64, n. 1-2, p.71-82, Aug. 1996.

MALI, A. B.; KHEDKAR, K.; LELE, S. S. Effect of gamma irradiation on total phenolic content and in vitro antioxidant activity of pomegranate (*Punica Granatum* L.) peels. **Food and Nutrition Sciences**, Olsztyn, v. 2, p. 428-433, July 2011.

MARIANO, C. O. **Efeitos da radiação gama na conservação da carne bovina refrigerada**. 2004. 86 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARTINS, P. A. **Análises físico-químicas utilizadas nas empresas de vinificação necessárias ao acompanhamento do processo de elaboração de vinhos brancos**. 2011. 49 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Viticultura e Enologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2011.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Conteúdo de miricetina, quercetina e kaempferol em chás comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 380-385, abr./jun. 2006.

- MELLO, L. M. R. Comercialização, custos e rentabilidade. In: NACHTIGAL, J. C.; MAZZAROLO, A. (Org.). **Uva: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 15. p. 197-202.
- MELLO, L. M. R. Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015. **Campo & Negócio**, Uberlândia, v. 8, n. 128, p. 108-116, 2016.
- MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura Brasileira: panorama 2012**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 5 p. (Comunicado Técnico, 137).
- MOLINS, R. A. Introduction: historic notes of food irradiation. In: _____. **Food irradiation: principles and applications**. Washington: John Wiley & Sons, 2001. Cap. 1, p. 1-22.
- MOTA, R. V. et al. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 56-64, 2006.
- MOURA, C. **Avaliação da atividade antioxidante de extratos etanólicos de resíduos provenientes da fabricação de vinho**. 2014. 57 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.
- NASSUR, R. C. M. R. et al. Doses de radiação gama na conservação da qualidade de morangos. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 1, p. 38-48, jan./mar. 2016.
- NIXDORF, S. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 659, n. 1-2, p. 208-215, Feb. 2010.
- OLIVEIRA, M. E. B. et al. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, set./dez. 1999.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000300006>. Acesso em: 15 mar. 2016.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Perspectivas agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. New York: OECD, 2015. 54 p.

ORNELLAS, C. B. D. et al. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 211-213, jan./mar. 2006.

OU, B. et al. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 11, p. 3122-3128, May 2002.

PASCHOALINI, G.; ALCARDE, V. E. Estudo do processo fermentativo de usina sucroalcooleira e proposta para sua otimização. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Piracicaba, v.16, n. 32, p. 59-68, 2009.

PASCUAL-TERESA, S.; MORENO, D. A.; GARCÍA-VIGUERA. Flavanols and anthocyanins in cardiovascular health: a review of current evidence. **International Journal of Molecular Sciences**, Oxford, v. 11, n. 4, p. 1679-1703, Apr. 2010.

PAULI, P. A. **Avaliação da composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante em cogumelos comestíveis**. 2010. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Araraquara, 2010.

PEREIRA, I. R. O.; BAJO, K. G. Alimentos e correlatos comercializados em farmácias e drogarias. **Revista Eletrônica de Farmácia**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 20-42, dez. 2012.

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

POSSNER, D. R. E.; KLIEWER, W. M. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. **Vitis**, Siebeldingen, v. 24, n. 4, p. 229-240, Dec. 1985.

POZZEBON, P. H. B.; RODRIGUES, N. V. Radiação ultravioleta em trabalhadores da construção civil: problemas e soluções. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 15-26, 2009.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira: panorama setorial em 2010**. Brasília: SEBRAE, 2011. 110 p.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, jul./ago. 2006.

REIS, T. A. **Elaboração, caracterização e análise sensorial de vinhos (*Vitis spp.*) de região subtropical**. 2016. 107 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. Cultivares. In: _____. **Programa de modernização da vitivinicultura**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2015. Cap. 3.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise do vinho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 120 p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Concentração de ácido tartárico dos vinhos da serra gaúcha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 893-895, out. 2001.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 297-300, maio/ago. 1996.

RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. M. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves-RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 911-914, maio/jun. 2007.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1994. 34 p.

ROBERTS, M. T. Regulation of food safety: regulation of food chemicals. In: ROBERTS, M. T. **Food law in the United States**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2016. Cap. 3, p. 87-125.

ROBERTS, T.; WEESE, J. **Food irradiation**. New York: ACES Publications, 1995. Disponível em: <<http://www.aces.edu/pubs/docs/H/HE-0727/index.2.tpl>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

ROEY, G. V.; DELVAUX, F. The Effects of gamma-irradiation of pilsner beer. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 92, n. 6, p. 591-593, Nov./Dec. 1986.

SAUTTER, C. K. et al. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 437-442, jul./set. 2005.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Agronegócio – Fruticultura: panorama do setor no Brasil. **Boletim de Inteligência**, Rio de Janeiro, 2015.

SEVERINO, R. et al. Antimicrobial effects of modified chitosan based coating containing nanoemulsion of essential oils, modified atmosphere packaging and gamma irradiation against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium on green beans. **Food Control**, Guildford, v. 50, p. 215-222, Apr. 2015.

SILVA, J. M. **Emprego da radiação gama na manutenção nutricional do fruto buriti (*Mauritia flexuosa* L.) do Cerrado brasileiro**. 2008. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

SINGLETON, V. L. Changes in quality and composition produced in wine by cobalt-60 gamma irradiation. **Food Technology**, Chicago, v. 17, p. 112-115, June 1963.

SOUSA NETO, J. A. **Volta ao mundo em 20.000 vinhos**: os melhores vinhos e os principais produtores de todas as regiões vinícolas do planeta. Belo Horizonte: Gutenberg, 2015. 680 p.

SOUSA, J. S. I.; PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F. F. **Enciclopédia agrícola brasileira**: volume 1 A-B. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995. p. 463.

SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791 p.

SOUZA, M. D. C. A. **Efeito da radiação gama sobre a aguardente de cana-de-açúcar**. 2000. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

STEWART, E. M. Food irradiation chemistry: basic effects of ionizing radiation. In: MOLINS, R. A. **Food irradiation: principles and applications**. Washington: John Wiley & Sons, 2001. Cap. 3, p. 39.

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

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Clima. In: NACHTIGAL J. C.; MAZZAROLO, A. (Org.). **Uva: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 15. p. 197-202.

UNIÃO BRASILEIRA DE VITIVINICULTURA - UVIBRA. **Dados da vitivinicultura**: uvas processadas no Rio Grande do Sul, em quilos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. Disponível em: <<http://www.cnpuv>>.

embrapa.br/prodserv/vitivinicultura/processadas/2010_2014_v.html>.
Acesso em: 3 out. 2015.

VACCARI, N. F. S.; SOCCOL, M. C. H.; IDE, G. M. Compostos fenólicos em vinhos e seus efeitos antioxidantes na prevenção de doenças. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 8, n. 1, p. 71-83, 2009.

WATERHOUSE, A. L. Wine phenolics. In: ANNALS NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES, 2002, New York. **Proceedings...** New York: New York Academy of Sciences, 2002. p. 21-36.

WILSKA-JESZKA, J. Occurrence and structure. In: SIKORSKY, Z. E. **Chemical and functional properties of food components**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 245-274.

CAPÍTULO 2

Efeitos da irradiação gama e do local de origem sobre as características físico-químicas e atividade antioxidante de vinhos tintos secos Bordô

RESUMO

A finalidade da presente pesquisa foi avaliar a influência da irradiação gama e do local de origem (*Terroir*) nos aspectos físico-químicos e na atividade antioxidante de quatro vinhos tintos secos Bordô, sendo dois provenientes das cidades de Flores da Cunha e São Marcos, na Serra Gaúcha (RS), adquiridos no comércio local e dois oriundos do Sul de Minas (MG), das cidades de Andradas, este adquirido comercialmente e de Caldas, elaborado artesanalmente. Após envase e acondicionamento, as bebidas foram irradiadas com as seguintes doses: 0; 1,0; 3,0 e 6,0 kGy, a fonte empregada foi o cobalto 60. Terminado o processo, foram feitas as análises, a seguir: pH; acidez titulável, fixa e volátil; atividade de água (aW); sólidos solúveis, açúcares totais e relação sólidos solúveis/acidez titulável (rácio); coloração; teor de etanol; densidade relativa; determinação de minerais (potássio, cálcio e sódio) e extrato seco; atividade antioxidante pelos métodos DPPH e beta-caroteno/ácido linoléico; teor de fenólicos e antocianinas totais. Os resultados foram submetidos à análise estatística pelo emprego do teste de Scott-Knott. Houve influência da irradiação gama em alguns dos parâmetros estudados como: houve diferenciação no teor de minerais detectado, foi percebida uma maior detecção do teor de fenólicos totais na amostra de Andradas e redução do conteúdo detectado de antocianinas nas bebidas de Flores da Cunha e São Marcos, a atividade antioxidante do vinho Artesanal aumentou. Os dados obtidos não obedeceram a um padrão consistente. Isoladamente, os fatores que compõem o *Terroir* não foram estudados, isso pode ajudar a explicar a falta de padrão comportamental observada. A irradiação não provocou alterações severas nos critérios de identidade e qualidade de vinhos que a Legislação brasileira e outros autores estabelecem.

Palavras-chave: Uva Bordô. Irradiação gama. *Terroir*. Compostos bioativos. Diferenças comportamentais.

ABSTRACT

The objective of this work (study) was to evaluate the influence of gamma irradiation and place of origin (*Terroir*) on physical-chemical and antioxidants aspects of four dry red wines made with *Bordô*'s grape, two from *Flores da Cunha* city and two from *São Marcos*, both cities located in *Serra Gaúcha*'s (RS) region, bought in the local commerce and the other two samples are from the south of *Minas Gerais*, from the cities of *Andradas*, also bought in the local commerce, and *Caldas*, homemade wine. After being bottled and stowed, the wines were irradiated with the following doses: 0; 1.0; 3.0 and 6.0 kGy, the source utilized was the cobalt 60. After this process, were realized the analyses, namely: pH, titratable, fixed and volatile acidity; water activity (aW); soluble solids, total sugars and soluble solids/titratable acidity relation (ratio); color; ethanol content; relative density; minerals (potassium, calcium and sodium) and dry extract determinations; antioxidant activity by DPPH and beta-carotene/linoleic acid methods; total phenolics and anthocyanins. The results were submitted to statistical analysis by using the Scott-Knott test. The gamma irradiation influenced some of the parameters studied, such as: there was a differentiation in the mineral content detected, it was noticed a greater detection of the total phenolic content in the sample of the city of *Andradas* and reduction of detected content of anthocyanins in the samples from *Flores da Cunha* and *São Marcos* cities, and the antioxidant activity of the homemade wine increased. The data obtained did not follow a consistent pattern. Singly, the factors that compose the *terroir* were not studied and this may help to explain the absence of behavioral pattern observed. The irradiation did not caused severe changes on the identity and quality criterion of wines that the Brazilian Legislation and other authors establish.

Keywords: Bordô grape. Gamma irradiation. *Terroir*. Bioactive compounds. Behavioral differences.

1 INTRODUÇÃO

A uva Bordô (*Vitis labrusca*) proporciona aos vinhos tonalidade intensa (RITSCHHEL; MAIA; CAMARGO 2015) e é importante na viticultura brasileira. Caldas e Andradas, no Sul de Minas Gerais, trabalham com vinhos elaborados com essa uva. Em Caldas, foi uma das primeiras uvas a serem cultivadas (MIOTTO, 2013) e Andradas chegou a ser conhecida nacionalmente como a terra do vinho, na década de 1990 (PASTRE, 2012). Flores da Cunha e São Marcos, na Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, cultivam também essa uva. Oito vinhos Bordô integraram a lista dos melhores vinhos de Flores da Cunha de 2016, na categoria “tinto de mesa” (MELHORES..., 2016) e há vinícolas em São Marcos que processam também essas bebidas como a Catafesta e a Irmãos Molon.

Os vinhos comuns têm grande aceitação pela população brasileira e são os mais produzidos (ULIANA et al., 2015), quando elaborados com a uva Bordô possuem aroma frutado (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994). Essa bebida precisa atender a determinados parâmetros de identidade e qualidade estabelecidos por Legislação e/ou por outros autores quantificados pelas análises físico-químicas.

A atividade antioxidante que o consumo de vinhos pode proporcionar é outra característica importante. Alguns componentes dos vinhos que estão relacionados ao combate de radicais livres são os compostos fenólicos. Esses radicais no ser humano podem ser produzidos pelo processo respiratório, porém, em parte são responsáveis pelo envelhecimento e surgimento de doenças, como o câncer, por isso, o consumo moderado de vinho é interessante nesses aspectos.

Alguns fatores que influenciam nos aspectos físico-químicos e na resposta antioxidante dos vinhos são o solo, o clima, fatores biológicos,

agronômicos e enológicos. O *Terroir* é um termo francês sem tradução em outro idioma (TONIETTO; MANDELLI; CONCEIÇÃO, 2008) e corresponde à interação entre esses fatores, variando conforme o local de origem. A irradiação gama pode ser utilizada em vinhos como alternativa para controlar alguma eventual contaminação, mas a mesma poderá alterar os atributos dessas bebidas favorável ou desfavoravelmente.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho, avaliar os efeitos do local de origem e da irradiação gama nas características físico-químicas e na atividade antioxidante de vinhos tintos secos Bordô.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

Este trabalho foi conduzido na forma de um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em um esquema fatorial (4 x 4), sendo utilizados vinhos de quatro regiões e quatro doses de irradiação diferentes, com três repetições.

2.2 Obtenção dos vinhos

Para a realização do experimento, foram utilizados quatro vinhos tintos secos Bordô. Dois deles oriundos do Rio Grande do Sul, na Serra Gaúcha, das cidades de Flores da Cunha e São Marcos, adquiridos no comércio local e dois advindos da região Sul de Minas, das cidades de Andradas, adquirido no comércio local, e Caldas, sendo o último elaborado artesanalmente com uvas da referida cidade, cultivadas no Campo Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Todos os quatro vinhos foram obtidos em janeiro de 2016 e pertencem à safra 2015-2016.

O vinho denominado Artesanal foi elaborado no Laboratório de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG), com metodologia adaptada de Malgarim et al. (2006), conforme descrito abaixo.

As uvas Bordô foram colhidas no Campo Experimental da EPAMIG de Caldas e transportadas até o laboratório supracitado, depois de recebidas, as mesmas foram mantidas em câmara a 4° C por 12 horas para a retirada do calor de campo.

Para o processamento, foi feita a seleção, lavagem com água, desengace e prensagem manual e acondicionamento em garrafão de vidro. A primeira fermentação ocorreu durante sete dias. Foi feita a chaptalização com a adição proporcional de 4 kg de sacarose para cada 100 litros de mosto, visando à obtenção do teor alcoólico de, aproximadamente 10%, nesse período foi feita uma remontagem diária. Posteriormente, o mosto foi filtrado e trasfegado. Deu-se início, a partir daí à fermentação lenta, a qual teve duração de trinta dias, ao término da segunda fermentação, o vinho foi novamente filtrado e envasado em frascos de vidro de coloração âmbar de 100 mL. O rendimento do vinho em relação à uva no processo foi de aproximadamente 61,5%, ou seja, 6,5 kg de uva resultaram em 4 litros de vinho.

Durante todo o processo de fermentação, foi feita a verificação do atesto (vedação) do garrafão, para que não houvesse entrada de oxigênio no recipiente.

Após o envase do vinho Artesanal seco Bordô, foi feita a aquisição e envase dos outros três vinhos, também em recipientes âmbar de 100 mL.

Aos vinhos Artesanal de Caldas e àqueles adquiridos no comércio local oriundos das cidades de Andradas, Flores da Cunha e São Marcos foram atribuídas as letras A, B, C e D, respectivamente, para a identificação.

2.3 Irradiação

O processo de irradiação gama foi realizado no início de fevereiro de 2016, logo após todos os vinhos serem envasados. Os frascos foram acondicionados em quatro caixas de isopor, com a capacidade de 8 litros, em cada caixa foram postos 40 frascos, a saber: 10 com vinhos feitos de forma Artesanal (Caldas-MG), 10 com vinhos de Andradas (MG), 10 com vinhos de Flores da Cunha (RS) e 10 com vinhos de São Marcos (RS).

As caixas foram transportadas até o Laboratório de Irradiação Gama, no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), localizado na Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte e irradiadas com as seguintes doses: 0 kGy (controle); 1 kGy; 3 kGy e 6 kGy, a escolha das doses deu-se com base no trabalho de Pires et al. (2013). A câmara de irradiação é equipada com um irradiador Panorâmico, modelo IR-214, fabricado pelo MDS Nordion, cuja fonte de irradiação é o cobalto 60 (^{60}Co). A taxa de dose da irradiação foi de 1855 Gy h^{-1} .

Depois de irradiadas, as amostras seguiram para o Laboratório de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG), onde foram acondicionadas em câmara fria para a realização das análises a seguir.

2.4 pH, acidez titulável, volátil e fixa

O pH, a acidez titulável, a acidez volátil e a fixa foram determinados segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo a última calculada pela diferença entre acidez titulável e acidez volátil.

2.5 Atividade de água

Foi feita a determinação da atividade de água, conforme a Association of Official Analytical Chemists (1980), com a utilização do aparelho AQUALAB TE 3V, que faz a leitura de forma direta, à temperatura de 25°C .

2.6 Sólidos solúveis, açúcares totais e relação sólidos solúveis/acidez titulável (rácio)

Os sólidos solúveis e a relação sólidos solúveis/acidez titulável foram determinados segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008). Os açúcares totais foram determinados com o reagente de Antrona (DISCHE, 1962).

2.7 Coloração

A coloração foi determinada com a utilização do colorímetro Konica Minolta CR-400, no modo CIE L* a* b*.

2.8 Teor de etanol e densidade relativa

As análises do teor de etanol e da densidade relativa do vinho foram realizadas conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.9 Determinação de minerais

Inicialmente, foram medidas e pesadas aproximadamente 0,5 mL das amostras em tubos para digestão, aos tubos foram adicionados 6 mL de ácido nítrico perclórico (2:1) e foi feita a digestão em bloco digestor acoplado em capela a uma temperatura de 130° C até atingir 250° C. Em seguida, ocorreu a evaporação do conteúdo dos tubos até chegar a 5 mL. Esse volume foi completado com água destilada até atingir 15 mL, esse conteúdo também foi pesado e posto em frascos âmbar para a análise de potássio (K), cálcio (Ca) e sódio (Na), por espectrômetro de absorção atômica, Varian, modelo AA-175. A

escolha desses minerais para a análise baseou-se no fato de que os mesmos são os predominantes em vinhos (RIZZON, 2010).

2.10 Determinação do extrato seco, extrato seco reduzido e relação álcool em peso/extrato seco reduzido

A análise do extrato seco foi realizada com base no método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O extrato seco reduzido e a relação álcool em peso/extrato seco reduzido foram calculados conforme Rizzon (2010).

2.11 Atividade antioxidante

Inicialmente, foi preparado um extrato do vinho conforme sugestão de Larrauri; Ruperez e Saura-Calixto (1997), o qual foi utilizado para as análises de atividade antioxidante pelos métodos DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) e Beta-caroteno/ácido linoléico e para a análise de fenólicos totais.

2.11.1 Método DPPH

O método baseia-se no sequestro do radical orgânico DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes (RUFINO et al., 2006), no caso tem-se a cessão de elétrons de um composto antioxidante para um oxidante. Inicialmente, foi preparada uma solução de DPPH 60 μM , a qual foi diluída com álcool metílico, para atingir as concentrações de 0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 μM e ser construída a curva padrão. Em relação ao extrato acima obtido, com este foram feitas cinco diluições para se obter as absorbâncias, com as quais foi calculada a equação da reta. O tempo de estabilização das amostras foi de uma hora. A leitura foi realizada a 515 nm em um espectrofotômetro Varian Cary 50 Probe.

A partir das equações obtidas, foram feitos os cálculos da % de sequestro de radicais livres da amostra (% SRL) e da quantidade de amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH, EC_{50} , expresso em mL vinho g^{-1} DPPH, quanto menor o valor de EC_{50} , menor quantidade de extrato será necessária para reduzir 50% do radical DPPH.

2.11.2 Método Beta-caroteno/ácido linoléico

Esse método tem como fundamento a descoloração ou oxidação do beta-caroteno induzida por produtos da degradação oxidativa do ácido linoléico (MATTOS et al., 2009), no caso determina a capacidade de uma amostra em proteger um substrato lipídico da oxidação. Primeiramente, foram preparadas uma solução com 60 mg de beta-caroteno e 1 mL de clorofórmio e uma solução contendo 800 μ L de tween 40 e 320 μ L de ácido linoléico. À segunda solução foram adicionados 400 μ L da solução de beta-caroteno. O clorofórmio foi evaporado e a solução foi completada com água oxigenada até a absorbância ficar entre 0,6 e 0,7 a 470 nm. Foram retirados e colocados em tubos 0,4 mL do extrato de vinho acima obtido e a esse conteúdo foram adicionados 5 mL da solução contendo beta-caroteno/ácido linoléico para ser realizada a leitura inicial, foi também feita a leitura de tubos onde não havia extrato de vinho (controle). Os tubos foram levados a banho-maria a 50° C, por duas horas, para que ocorresse a oxidação, findo o tempo, foi novamente realizada a leitura. O cálculo da % de atividade antioxidante foi realizado com a seguinte fórmula:

$$\% AA = 1 - \frac{(\text{Abs am inicial} - \text{Abs am final})}{\text{Abs c inicial} - \text{Abs c final}} \times 100$$

Onde:

% AA: porcentagem de atividade antioxidante; Abs am inicial: absorvância da amostra inicial; Abs am final: absorvância da amostra final; Abs c inicial: absorvância do controle inicial; Abs c final: absorvância do controle final.

2.12 Fenólicos totais

A análise foi realizada conforme Waterhouse (2002), com o uso do reagente de Folin-Ciocalteu. Resumidamente, 0,5 mL de cada extrato e 2,5 mL da solução de Folin Ciocalteu 10% foram postos nos tubos, em seguida, adicionou-se 2 mL da solução de carbonato de sódio 4%. Houve a agitação dos tubos e os mesmos foram deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. Terminado o tempo, foi realizada a leitura espectrofotometricamente a 750 nm. Para calcular o conteúdo de fenólicos foi utilizada a equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100 g da amostra (mg EAG 100g⁻¹).

2.13 Antocianinas

As antocianinas totais foram determinadas pelo emprego do método do pH diferencial (GIUSTI; WROSLTAD, 2001). Inicialmente, 2 mL de cada amostra foram diluídos em 18 mL de metanol acidificado (0,1%) e a solução foi homogeneizada. Para a solução de pH 1,0 e pH 4,5 utilizou-se tampão cloreto e tampão acetato, respectivamente. Foram adicionados em dois tubos alíquotas da solução que continham o vinho, variando de 0,8 a 1,5 mL, um tubo foi completado para 4 mL com solução pH 1,0 (0,025M) e o outro tubo com solução pH 4,5 (0,4M). Os tubos foram lidos a 510 nm, onde a densidade óptica obtida situou-se entre 0,100 e 1,200 a 700 nm. O teor de antocianinas totais (mg

l^{-1}) foi calculado com base na cianidina-3-glicosídeo, conforme as seguintes equações:

$$A = (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1,0} - (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4,5}$$
$$\text{Antocianinas (mg l}^{-1}\text{)} = (A \times \text{PM} \times \text{FD} \times 1000) / (\epsilon \times l)$$

Onde:

A: absorvância; PM: peso molecular; FD: fator de diluição; ϵ : coeficiente da absorvância molar da cianidina (26900) e l: espessura da cubeta.

2.14 Análise estatística

A análise estatística foi feita com o uso do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). O teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade foi empregado para comparar a variável região dentro de cada dose de irradiação e a variável irradiação dentro de cada uma das regiões.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irradiação teve influência em todas as análises realizadas, exceto nos teores de etanol, extrato seco, extrato seco reduzido e na relação álcool em peso/extrato seco reduzido, sendo que somente a variável local de origem influenciou nesses aspectos.

pH, acidez titulável, volátil e fixa

Os valores de pH, acidez titulável e acidez volátil e fixa dos vinhos estudados são mostrados na tabela a seguir:

Tabela 1– Valores médios de pH, acidez titulável – AT (% ácido tartárico), acidez volátil – AV (% ácido acético) e acidez fixa – AF (% ácido tartárico) encontrados nas amostras de vinho

Parâmetro	Vinhos	Doses de Irradiação (kGy)			
		0	1	3	6
pH	A	3,08 C b	3,09 C b	3,19 C a	3,11 C b
	B	3,34 A b	3,37 A a	3,38 A a	3,34 A b
	C	3,29 B a	3,32 B a	3,32 B a	3,3 B a
	D	3,27 B b	3,33 B a	3,33 B a	3,31 B a
AT	A	1,47 A a	1,41 A b	1,33 A c	1,30 A c
	B	0,68 D a	0,67 D a	0,67 C a	0,66 D a
	C	0,75 C a	0,73 C a	0,75 B a	0,75 C a
	D	0,85 B a	0,78 B b	0,76 B b	0,84 B a
AV	A	0,12 A a	0,112 A a	0,112 A a	0,096 A b
	B	0,096 B a	0,096 B a	0,088 B b	0,084 B b
	C	0,076 C a	0,076 C a	0,076 C a	0,076 B a
	D	0,098 B a	0,08 C b	0,076 C b	0,076 B b
AF	A	1,35 A a	1,29 A b	1,22 A c	1,2 A c
	B	0,58 D a	0,57 D a	0,59 C a	0,58 D a
	C	0,67 C a	0,65 C a	0,67 B a	0,67 C a
	D	0,75 B a	0,7 B b	0,69 B b	0,77 B a

Médias com letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal de Caldas, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

Os valores de pH variaram de 3,08 a 3,38, estando dentro do intervalo estabelecido por Rizzon (2010), que é de 3,0 a 3,8. Os vinhos que exibiram um maior e menor pH, diferindo-se estatisticamente entre si e dos demais, foram o de Andradas e o Artesanal, respectivamente, para todas as doses de irradiação. Mesmo com algumas diferenças estatísticas, a irradiação não alterou o pH substancialmente. Isso pode ser explicado pelo fato de o vinho possuir efeito tampão, o qual proporciona estabilidade ao produto (RIBÉREAU-GAYON, 2003). Essa capacidade tamponante é conferida por diversos componentes, por exemplo: minerais como potássio, cálcio e sódio (CATARINO, 2006) e ácidos orgânicos como tartárico, málico, cítrico e succínico (PATO, 1999).

A acidez titulável dos vinhos de Andradas e Flores da Cunha não foi afetada significativamente pela irradiação, porém essa mudança foi mais perceptível nos vinhos Artesanal, onde à medida que a dose de irradiação foi aumentada a acidez titulável foi reduzida e de São Marcos, onde a acidez titulável foi reduzida nas doses de irradiação de 1 kGy e 3 kGy, porém na última dose, a mesma foi aumentada, não diferindo-se do valor inicial.

Os vinhos que apresentaram a maior e a menor acidez titulável foram o Artesanal e o de Andradas, respectivamente, para todas as doses de irradiação, diferindo-se estatisticamente entre si e dos demais, sendo que seus valores podem ser correlacionados inversamente ao pH, mesmo que esse tenha apresentado pequenas variações. As técnicas de vinificação industrial para poder reduzir parte da acidez, por exemplo, a fermentação malolática, podem explicar o fato de os vinhos adquiridos no comércio apresentarem menor acidez titulável que o Artesanal.

O tratamento ionizante tem a capacidade de interagir com a matéria formando íons (FERREIRA, 1999), degradando-a parcialmente, esses íons podem interagir entre si formando outras substâncias, acredita-se que o ácido

tartárico perdeu parte de sua estabilidade por causa da irradiação nos vinhos Artesanal, para todas as doses utilizadas e de São Marcos até 3 kGy. Sua estabilidade pode ter sido perdida pela desprotonação induzida pelo tratamento, pois o ácido é diprótico, posteriormente pode ter havido hidroxilações na molécula, transformando-a em ácido dihidroxitartárico, as hidroxilas são produtos da degradação de algumas moléculas como a água, por exemplo. Chang (2003), ao irradiar vinho de arroz com as doses 0; 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 kGy observou que a acidez titulável não foi alterada, talvez pelo fato de terem sido baixas doses, porém esse resultado foi similar ao encontrado neste trabalho para os vinhos de Andradas e Flores da Cunha.

A acidez volátil variou de 0,076 a 0,12% de ácido acético, sendo que a irradiação não alterou esse parâmetro no vinho de Flores da Cunha. Em relação aos outros vinhos, foram observadas somente pequenas variações, sendo que, quando se compara a primeira com a última dose de irradiação, verifica-se um teor de ácido acético reduzido. Todos os vinhos estão de acordo com o estabelecido pela Legislação brasileira (BRASIL, 1988), a qual estipula um valor máximo para a acidez volátil para vinhos de 20 meq L^{-1} ou 0,2%.

A acidez fixa corresponde aos ácidos que não são arrastados pelo vapor de água, como tartárico, málico e cítrico. Esse parâmetro variou entre 0,57 a 1,35% de ácido tartárico. Os vinhos de Andradas e de Flores da Cunha não sofreram alteração em relação à acidez fixa, já aqueles provenientes de Caldas (Artesanal) e de São Marcos exibiram algumas modificações nessa característica, sendo que a acidez fixa do vinho Artesanal reduziu gradativamente até a última dose de irradiação e esse atributo no vinho de São Marcos reduziu nas doses intermediárias, mas aumentou na última dose, igualando-se à inicial. Todos os vinhos diferiram estatisticamente entre si, dentro de cada irradiação, exceto os vinhos de Flores da Cunha e São Marcos na dose de 3 kGy.

A capacidade dos ácidos orgânicos de doar e receber elétrons, assim como de se dissociar em meio aquoso é variada, ou seja, cada ácido tem seu próprio comportamento, além disso, a irradiação pode modificar os ácidos de maneiras diferentes, a depender do ácido e do ambiente em que se encontram. Isso pode auxiliar a entender a relação não padrão observada entre a acidez volátil e as demais.

Atividade de água

Na tabela abaixo (Tabela 2), exibem-se os valores de atividade de água (aW) encontrados:

Tabela 2 – Valores médios de atividade de água (aW) encontrados nas amostras de vinho

Vinhos	Doses de Irradiação (kGy)			
	0	1	3	6
A	0,992 B b	0,991 C b	0,993 B a	0,993 A a
B	0,996 A a	0,993 B b	0,994 B b	0,994 A b
C	0,996 A a	0,995 A a	0,996 A a	0,993 A b
D	0,996 A a	0,994 A b	0,994 B b	0,993 A b

Médias com letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

A atividade de água variou de 0,991 a 0,996, com pequenas oscilações, mostrando-se similar à atividade de água pura (1,0), essa semelhança é decorrente do fato de o vinho ser líquido e ter pouco açúcar dissolvido, já que é seco. Mesmo com algumas diferenças estatísticas, pode-se perceber que essas não foram relevantes. Morelli (2014) descreve aW para vinho tinto, variando entre 0,93 e 0,95, valores abaixo dos encontrados no presente trabalho.

Sólidos solúveis (SS), relação SS/AT (rácio) e açúcares totais (g L⁻¹)

Os valores de sólidos solúveis (% SS), relação SS/AT (rácio) e açúcares totais (g L⁻¹) encontrados nos vinhos são exibidos abaixo (Tabela 3):

Tabela 3 – Valores médios de sólidos solúveis (% SS), relação SS/AT (rácio) e açúcares totais (g L⁻¹) encontrados nas amostras de vinho

Parâmetro	Vinhos	Doses de Irradiação (kGy)			
		0	1	3	6
% SS	A	6,95 A a	6,72 B b	6,13 D d	6,55 B c
	B	6,3 B d	7,13 A a	6,67 A c	6,8 A b
	C	6,3 B b	6,57 C a	6,53 B a	6,33 C b
	D	6,3 B a	6,33 D a	6,33 C a	6,37 C a
SS/AT	A	4,74 D a	4,77 D a	4,62 C a	5,04 D a
	B	9,23 A d	10,64 A a	9,88 A c	10,26 A b
	C	8,45 B b	8,99 B a	8,77 B a	8,47 B b
	D	7,56 C b	8,37 C a	8,45 B a	7,45 C b
Açúcares Totais	A	4,37 A a	3,86 B b	2,86 C d	3,49 B c
	B	3,91 B d	4,43 A a	4,14 A c	4,27 A b
	C	2,86 D c	3,52 C a	3,42 B a	3,31 C b
	D	3,24 C b	3,4 D a	3,38 B a	3,43 B a

Médias com letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

O vinho de Andradas foi o que apresentou maior quantidade de sólidos solúveis em todas as doses de irradiação, exceto a 0 kGy, onde a amostra Artesanal manteve seu destaque no que tange a essa variável. Aquele advindo de São Marcos não foi influenciado por nenhuma das doses de irradiação e o comportamento dos demais vinhos foi instável, sendo que o vinho de Andradas aumentou, reduziu e aumentou novamente seu conteúdo de sólidos solúveis, assim como o observado por Pires et al. (2012) para vinho tinto suave nas mesmas doses de irradiação.

Nenhuma dose de irradiação influenciou significativamente a relação sólidos solúveis/acidez titulável no vinho Artesanal, o qual apresentou menores valores para essa variável, porém os outros vinhos reagiram de forma instável. O vinho de Andradas apresentou maior r atio que os outros para todas as doses de irradiação. Conforme Reis (2016), a relação sólidos solúveis/acidez titulável   importante no quesito qualidade de vinhos, pois mostra a razão entre as quantidades de a u ares e ácidos presentes, definindo as características de sabor.

O teor de a u ares totais variou de 2,86 a 4,43 g L⁻¹ e pode ser correlacionado ao teor de sólidos solúveis, onde os vinhos, nos quais foram encontrados maior teor de a u ar, têm apresentado maior teor de sólidos solúveis, exceto os vinhos de Andradas, Flores da Cunha e São Marcos a 0 kGy, pois estes apresentaram varia o no teor de a u ares, mas não no cont udo de sólidos solúveis. A Legisla o brasileira (BRASIL, 1988) estabelece para vinho seco teor de a u ar de até 5 g L⁻¹ e todos os vinhos obedeceram a esse padrão.

Os vinhos exibiram um comportamento diferente, a depender da dose utilizada, para as análises realizadas, uma hipótese que explicaria esse fato   que cada vinho estaria sujeito a um determinado ambiente, ou seja, a intera o entre os componentes de cada bebida pode ter sido diferente antes, durante e após o tratamento, além disso uma maior ou menor solubiliza o de compostos têm ajudaria a explicar as varia es observadas no cont udo de sólidos solúveis.

Colora o

A cor   um dos principais atributos visuais dos alimentos, instrumentalmente pode ser medida por meio do diagrama CIELAB, abaixo segue os resultados obtidos mediante os parâmetros de colora o L*, Chroma e *hue* das amostras de vinho (Tabela 4):

Tabela 4 – Parâmetros de coloração L*, a*, b*, Chroma, °hue e antocianinas totais das amostras de vinho

Parâmetro	Vinhos	Doses de Irradiação (kGy)			
		0	1	3	6
L*	A	5,46 B a	5,68 A a	4,85 A a	5,17 A a
	B	7,42 A a	5,81 A b	4,65 A c	3,93 B c
	C	5,83 B a	4,77 B b	4,37 A b	3,89 B b
	D	3,93 C a	4,7 B a	4,44 A a	4,03 B a
Chroma	A	5,11 A b	6,76 A a	2,88 A d	4,24 A c
	B	1,56 B a	0,93 B a	0,88 B a	1,06 C a
	C	1,18 B a	0,8 B a	0,91 B a	1,48 C a
	D	1,3 B b	1,01 B b	1,3 B b	2,43 B a
°hue	A	355,53 A a	358,29 A a	350,71 A a	357,54 A a
	B	287,01 B b	299,65 C b	311,83 B a	323,57 B a
	C	289,93 B c	293,66 C c	319,15 B b	356,68 A a
	D	340,16 A a	322,86 B b	341,09 A a	3,99 C c
Antocianinas totais	A	430,01 A d	601,96 A b	753,21 A a	596,93 A c
	B	302,51 B a	272,14 B b	196,38 B d	222,15 B c
	C	197,33 C a	166,86 C b	148,44 C c	114,68 C d
	D	153,94 D a	141,00 D b	116,09 D c	114,28 C d

Médias com letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

A coordenada L* apresentou valores entre 3,89 e 7,42, correspondendo aos vinhos de Flores da Cunha a 6 kGy e Andradas a 0 kGy, sendo o primeiro mais escuro que o último. A cromaticidade (*Chroma*) se mostrou baixa em todas as amostras, indicando pouca saturação ou coloração opaca. Em seu estudo Souza (2014) obteve valores de cromaticidade para dois vinhos Bordô de 1,85 e 1,89, os quais também apresentaram opacidade, corroborando com o presente trabalho.

O °hue no vinho Artesanal não foi influenciado por nenhuma dose de irradiação e se manteve entre o purpúreo-avermelhado e o vermelho-purpúreo. Os vinhos de Andradas e Flores da Cunha tiveram o °hue aumentado gradativamente com o incremento das irradiações, inicialmente estavam

próximas ao azul-purpúreo e, no fim, o primeiro se situou entre o violeta e o purpúreo e o último entre o purpúreo-avermelhado e o vermelho-purpúreo. A bebida de São Marcos apresentou comportamento mais instável, pois sua tonalidade inicialmente estava próxima ao purpúreo-avermelhado, na dose de 1 kGy ficou entre violeta e púrpura, na dose de 3 kGy voltou a ficar próxima ao purpúreo-avermelhado e, na última dose de irradiação apresentou tonalidade entre o purpúreo-avermelhado e o vermelho-purpúreo.

Os principais componentes responsáveis pela coloração dos vinhos tintos são as antocianinas. Foi observado um aumento da variável $^{\circ}hue$ concomitantemente com uma redução do conteúdo detectado de antocianinas no vinho de Flores da Cunha. O mesmo ocorreu com o vinho de Andradas até a dose de 3 kGy. O aumento do teor detectado de antocianinas no vinho Artesanal até 3 kGy e redução na última dose não foi suficiente para alterar o ângulo hue . Houve uma redução gradativa do conteúdo de antocianinas detectado no vinho de São Marcos, porém não se pode correlacionar isso com a falta de padrão comportamental observada nessa bebida.

Ao analisar e comparar o teor de antocianinas totais e $^{\circ}hue$ nos trabalhos de Reis (2016) com vinho e Henrique (2015) com suco de uva observa-se também uma falta de padrão, pois a tonalidade das amostras com teor de antocianinas diferentes foi a mesma, a saber: vinho de Isabel Precoce com vinho de uva Bordô e suco de uva Rúbea com suco de uva Bordô, isso corrobora com o presente trabalho. As variáveis L^* , a^* , b^* , *Chroma* e $^{\circ}hue$ não podem ser estudadas isoladamente na análise instrumental, porque representam uma solidez de cor no espaço de cores (REIS, 2016), isso ajuda a explicar as diferenças observadas.

Etanol e densidade relativa

O teor de etanol e a densidade relativa das amostras são mostrados nas tabelas (Tabelas 5 e 6) a seguir:

Tabela 5 – Valores médios do teor de etanol (%) encontrados nas amostras de vinho

Vinho			
A	B	C	D
10,53 a	9,88 b	9,86 b	9,61 b

Médias com letras distintas minúsculas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

Foram obtidos teores de etanol para todas as bebidas situados entre 8,6 e 14% de etanol, que é o que a Legislação brasileira estabelece para vinho de mesa (BRASIL, 2004). Barnabé (2006) e Uliana et al. (2015) encontraram um teor de álcool para vinho tinto seco Bordô de 10,1% e 9,8 %, respectivamente, os quais estão relativamente próximos aos valores aqui obtidos. O teor de etanol está diretamente relacionado ao teor de açúcar no mosto, no caso a levedura consegue transformar o açúcar em álcool e gás carbônico, se o rendimento da fermentação for bom, mais de 50% do açúcar é convertido em etanol e o restante em CO₂.

Tabela 6 – Valores médios da densidade relativa a 20° C (g ml⁻¹) encontrados nas amostras de vinho

Vinhos	Doses de Irradiação (kGy)			
	0	1	3	6
A	1,02 A a	1,01 A b	1,01 A b	0,999 A c
B	1 B a	1 B a	0,999 B a	0,999 A a
C	0,999 B a	0,999 B a	0,999 B a	0,999 A a
D	0,999 B a	0,999 B a	0,999 B a	0,999 A a

Médias com letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

A densidade relativa obtida variou de 0,999 a 1,02 g mL⁻¹, sendo o vinho Artesanal a 0 kGy o que apresentou maior densidade, esses valores estão próximos à densidade da água pura, já que as amostras analisadas foram de vinho tinto seco. Nessa bebida, a densidade relativa pode ser considerada uma propriedade coligativa, pois todos os componentes contribuem para o aumento ou redução da densidade. Não houve influência da irradiação na densidade dos vinhos de Flores da Cunha e São Marcos, porém, ao se comparar a primeira com a última dose irradiação no vinho Artesanal, nota-se uma redução desse parâmetro. Castilhos, Conti-Silva e Del Bianchi (2012) obtiveram densidade de 0,9957 g mL⁻¹ para vinho tinto seco Bordô, valor abaixo dos obtidos aqui.

Minerais

Abaixo segue o teor de minerais encontrado nos vinhos (Tabela 7):

Tabela 7 – Valores médios dos minerais potássio (K⁺), cálcio (Ca⁺⁺) e sódio (Na⁺) encontrados nas amostras de vinho (mg L⁻¹)

Parâmetro	Vinhos	Doses de Irradiação (kGy)			
		0	1	3	6
K ⁺	A	500 D b	500 C b	700 B a	550 B b
	B	800 B a	800 A a	800 A a	600 B b
	C	600 C a	600 B a	650 B a	600 B a
	D	900 A a	800 A b	833 A b	900 A a
Ca ⁺⁺	A	280 A a	270 B a	275 A a	270 A a
	B	275 A b	285 A a	270 A b	265 A b
	C	255 B b	260 B b	250 B b	270 A a
	D	265 B a	260 B a	253 B a	265 A a
Na ⁺	A	38,94 A a	36,48 B b	40,30 A a	37,74 B b
	B	37,13 A b	39,44 A a	40,89 A a	37,18 B b
	C	38,23 A a	39,49 A a	39,14 A a	39,77 A a
	D	38,64 A b	38,97 A b	42,06 A a	39,22 A b

Médias com letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

Segundo Rizzon (2010), os teores de K^+ , Ca^{++} e Na^+ em vinhos normalmente variam de 400 a 1500 $mg L^{-1}$, 60 a 110 $mg L^{-1}$ e 5 a 50 $mg L^{-1}$, respectivamente, somente os valores de cálcio se situaram acima do estipulado. Acredita-se que a irradiação teve a capacidade de solubilizar mais ou menos os minerais, a depender do vinho estudado e da dose utilizada.

O teor de K^+ não foi alterado pelas doses de irradiação no vinho de Flores da Cunha, porém o comportamento das outras bebidas foi irregular, acredita-se que a 3 kGy o K^+ foi mais solubilizado no vinho Artesanal, a 6 kGy a amostra de Andradas teve insolubilização no seu conteúdo de K^+ e a bebida de São Marcos teve seu teor de K^+ insolubilizado nas doses intermediárias de irradiação e igualado ao valor inicial na última dose. O vinho que apresentou maior teor de K^+ , na maioria das doses de irradiação, foi aquele de São Marcos.

Os vinhos Artesanal e de São Marcos não sofreram modificações significativas no seu teor de Ca^{++} pelas doses de irradiação utilizadas. Aparentemente, as doses de 1 kGy e 6 kGy foram aquelas que mais solubilizaram o Ca^{++} nos vinhos de Andradas e Flores da Cunha, respectivamente. O maior teor de cálcio foi encontrado na amostra de Andradas a 1 kGy.

A bebida de Flores da Cunha não apresentou diferença estatística em seu teor de Na^+ em nenhuma dose de irradiação. A dose de 3 kGy foi aquela que aparentemente mais solubilizou esse mineral nos demais vinhos, sendo a amostra de São Marcos aquela com maior conteúdo de sódio detectado.

No vinho, os minerais podem estar complexados com ácidos, como o tartárico, a irradiação pode clivar moléculas, nesse caso, a mesma retiraria os minerais dos ácidos, tornando-os mais solúveis em alguns casos, como ocorreu com o K^+ no vinho Artesanal a 3 kGy, assim sendo, era de se esperar um

aumento da acidez titulável, porém o inverso ocorreu, uma das explicações pode ter sido a conversão do ácido tartárico em dihidroxitartárico.

Oliveira et al. (2007), ao irradiarem caldo de cana a 0 e 2,5 kGy não observaram diferenças estatísticas para K^+ , Ca^{++} e Na^+ . Rahman et al. (2015), ao irradiarem pepino a 0; 1; 2; 2,5 e 3 kGy observaram que houve maior detecção de K^+ e Ca^{++} até a dose de 2,0 kGy e depois queda até a última dose de irradiação, segundo os mesmos autores, esse comportamento torna difícil a escolha de uma dose em detrimento de outra, assim como o ocorrido aqui.

Extrato seco, extrato seco reduzido e relação álcool em peso/extrato seco reduzido

Os valores de extrato seco, extrato seco reduzido e relação álcool em peso/extrato seco reduzido estão representados a seguir (Tabela 8):

Tabela 8 – Valores médios do teor de extrato seco – ES ($g L^{-1}$), extrato seco reduzido – ESR ($g L^{-1}$) e relação álcool em peso/extrato seco reduzido – Rel. encontrados nas amostras de vinho

Parâmetro	Vinho			
	A	B	C	D
ES	27,73 b	28,06 a	27,44 b	27,62 b
ESR	24,78 a	25,43 a	25,18 a	24,98 a
Rel.	3,4 a	3,11 b	3,13 b	3,07 b

Médias com letras distintas minúsculas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

A bebida com maior teor de extrato seco foi aquela advinda de Andradas e as outras não se diferiram entre si estatisticamente. Castilhos, Conti-Silva e Del Bianchi (2012) e Reis (2016) obtiveram, respectivamente, em seus trabalhos 23,66 $g L^{-1}$ e 29,11 $g L^{-1}$ de extrato seco, sendo os valores aqui obtidos intermediários a esses. O extrato seco corresponde ao que resta do vinho após a

evaporação dos seus compostos voláteis (RIZZON; MIELE, 1996) e quanto maior o teor de açúcar no mosto original maior se torna o resíduo não alcoólico (AMERINE; OUGH, 1976).

O extrato seco reduzido é aquele no qual permanece somente 1 g L^{-1} de açúcar, sendo que não foram observadas diferenças estatísticas nessa variável. Os valores obtidos no presente estudo se situaram entre 17,3 e 28,09 g L^{-1} , encontrados por Tecchio, Miele e Rizzon (2007).

O valor máximo para a relação álcool em peso/extrato seco reduzido, estabelecido pela Legislação brasileira (BRASIL, 1988) é de 4,8 para vinho tinto comum, todas as amostras obedeceram a esse padrão, sendo o vinho Artesanal aquele com maior valor. Esse parâmetro tem por objetivo detectar as correções excessivas do grau alcoólico e fraudes no vinho (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994). Barnabé (2006) encontrou um resultado próximo aos resultados aqui obtidos, que foi de 3,16.

Atividade antioxidante, fenólicos e antocianinas totais

Na tabela, a seguir, mostram-se os resultados obtidos para a atividade antioxidante, pelos métodos DPPH e beta-caroteno/ácido linoléico, valores de fenólicos e antocianinas totais.

Tabela 9 – Atividade antioxidante pelos métodos DPPH (% SRL e EC₅₀ mL g⁻¹) e β-caroteno/ácido linoléico (% AA), teor de fenólicos (mg EAG 100g⁻¹) e antocianinas totais (mg l⁻¹)

Parâmetro	Vinhos	Doses de Irradiação (kGy)			
		0	1	3	6
DPPH % SRL	A	27,15 B d	34,62 B c	50,04 B a	43,4 B b
	B	44,15 A b	51,89 A a	50,74 B a	56,58 A a
	C	43,9 A a	47,68 A a	47,28 B a	48,46 B a
	D	39,32 A c	46,96 A b	58,36 A a	46,26 B b
DPPH EC ₅₀	A	1863,07 A a	1412,73 A b	854,44 A c	938,12 A c
	B	960,31 B a	893,05 B a	941,89 A a	795,08 A a
	C	906,73 B a	872,71 B a	880,64 A a	879,54 A a
	D	1190,66 B a	928,13 B a	672,65 A a	840,85 A a
β- caroteno/ ác. linoléico	A	45,8 B b	49,34 A b	56,57 A a	55,02 A a
	B	58,52 A a	22,32 C b	17,75 D c	24,04 C b
	C	26,77 C a	24,12 C a	23,48 C a	28,59 B a
	D	21,76 D c	39,46 B a	32,05 B b	20,41 C c
Fenólicos totais	A	157,33 B b	173,24 B b	220,91 A a	188,87 B b
	B	183,33 B b	198,9 B b	228,46 A a	235,91 A a
	C	261,51 A a	236,8 A a	247,13 A a	234,69 A a
	D	257,55 A a	239,44 A a	231,05 A a	248,64 A a
Antocia ninas totais	A	430,01 A d	601,96 A b	753,21 A a	596,93 A c
	B	302,51 B a	272,14 B b	196,38 B d	222,15 B c
	C	197,33 C a	166,86 C b	148,44 C c	114,68 C d
	D	153,94 D a	141,00 D b	116,09 D c	114,28 C d

Médias com letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem significativamente no teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) (A: Artesanal, B: Andradas, C: Flores da Cunha, D: São Marcos)

Conforme os resultados acima, as bebidas que apresentaram maior e menor potencial antioxidante para os métodos DPPH (% SRL) e DPPH EC₅₀ (mL vinho g⁻¹ DPPH) foram os vinhos de São Marcos irradiado a 3 kGy e o Artesanal a 0 kGy, respectivamente.

Em relação ao primeiro método, quanto maior a % SRL, maior a capacidade antioxidante da bebida. A amostra de Flores da Cunha não foi alterada significativamente por nenhuma dose de irradiação. A dose de 3 kGy foi

a que mais interferiu positivamente na atividade antioxidante dos vinhos Artesanal e de São Marcos e a bebida de Andradas teve maior aumento dessa característica a 6 kGy, porém não se diferiu estatisticamente das demais doses, exceto a 0 kGy. Kondapalli et al. (2014) ao irradiarem vinhos de manga nas doses de 0; 0,5; 1,0 e 3,0 kGy observaram que até a terceira dose (1,0 kGy) a atividade antioxidante de todas as amostras aumentou, porém na última dose, esse parâmetro de algumas bebidas reduziu. Os mesmos autores atribuem essa maior capacidade antioxidante ao aumento do conteúdo detectado de fenólicos totais, induzidos pela irradiação, assim como ocorreu com o vinho Artesanal aqui estudado.

O princípio do segundo método é que quanto menor a quantidade de vinho utilizada para reduzir a concentração inicial do radical em 50%, maior a capacidade antioxidante do mesmo. Estatisticamente, a única bebida afetada pela irradiação foi o vinho Artesanal, sendo que a 3 kGy atingiu seu maior potencial antioxidante, porém não se diferiu da última dose. Todos os vinhos exibiram capacidade antioxidante maior que aqueles avaliados por Perin et al. (2014), cujo melhor resultado foi 2578,77 mL vinho g⁻¹ DPPH.

No que tange ao método β -caroteno/ácido linoléico, o vinho de Andradas a 0 kGy obteve maior eficiência em proteger o substrato lipídico da oxidação induzida, conforme Henrique (2015) essa capacidade de proteção é um importante efeito benéfico, pois, no organismo, os compostos antioxidantes atuam na inibição da oxidação das lipoproteínas plasmáticas. Nenhuma dose de irradiação interferiu de maneira relevante na resposta dada pela amostra de Flores da Cunha. As duas últimas doses de irradiação aumentaram a % de atividade antioxidante na bebida Artesanal. Em relação ao vinho de Andradas, a irradiação prejudicou significativamente sua capacidade protetora a radicais livres. A bebida de São Marcos apresentou máxima resposta à dose de 1 kGy. Reis (2016) encontrou em sua pesquisa uma capacidade protetora de 47,33%

para vinho Bordô, resultado similar aos encontrados para a amostra Artesanal a 0 e a 1 kGy.

Algumas das substâncias que interferem na capacidade protetora contra os radicais livres presentes em vinhos são os compostos fenólicos, porém não se pode associar somente o conteúdo detectado dessas substâncias à resposta antioxidante dada pelas bebidas. A presença e a interação dos fenólicos com outros compostos talvez explique melhor o fato de que nem sempre que o teor de fenólicos detectados for alto a resposta antioxidante também seja.

É possível que a irradiação tenha influenciado na estrutura dos compostos fenólicos. Uma dessas alterações induzidas pelo tratamento pode ter sido a hidroxilação de fenólicos, assim como exemplifica Ferreira (1999) para chá irradiado. Exceto à dose de 6 kGy, as bebidas que apresentaram maior teor detectado de fenólicos foram aquelas provenientes de Flores da Cunha e São Marcos, sendo que, estatisticamente, nenhuma dose influenciou o comportamento desses vinhos de maneira notória. A amostra Artesanal obteve maior resposta referente a esse quesito, na terceira dose e no vinho de Andradas houve maior detecção de fenólicos totais nas duas últimas doses.

O maior teor de antocianinas foi detectado na bebida Artesanal irradiada a 3 kGy e à dose de 6 kGy os vinhos de Flores da Cunha e São Marcos obtiveram menor resultado. Nessas duas últimas bebidas, à medida que se aumentou a dose de irradiação, o teor de antocianinas mostrou-se menor, acredita-se que o tratamento causou modificações estruturais progressivas dessas moléculas, tornando-as menos solúveis e/ou instabilizando-as. O comportamento do vinho de Andradas foi similar, exceto à última dose, onde houve maior detecção desses pigmentos que na dose anterior. Já em relação à amostra Artesanal, sua resposta aumentou até a terceira dose e na última houve redução.

As antocianinas pertencem ao grupo dos fenólicos, porém outros compostos também fazem parte como os flavanois, flavonois, resveratrol e

ácidos fenólicos, esse fato talvez explique o porquê de o conteúdo detectado de fenólicos totais não estar relacionado, diretamente, ao teor de antocianinas encontrado nas três últimas bebidas.

4 CONCLUSÃO

A irradiação gama teve a capacidade de gerar diversos radicais livres, os quais influenciaram, diferentemente, nas características físico-químicas e na atividade antioxidante dos vinhos, a depender do seu local de origem. Uma alteração positiva observada foi o aumento da atividade antioxidante no vinho Artesanal até 3 kGy.

Dentro da variável local de origem, situam-se vários outros fatores como o solo, o clima, fatores biológicos, agronômicos e enológicos (*Terroir*) que podem também interferir nas características dos vinhos, porém nesse trabalho essas variáveis não foram analisadas isoladamente e sim em conjunto, talvez essa seja uma das explicações para o fato de não haver uma resposta padrão às doses de irradiação.

A irradiação até a dose de 6 kGy não interferiu de maneira brusca nos valores que a Legislação brasileira e outros autores estabelecem como critério de identidade e qualidade de vinhos, sendo uma alternativa à conservação desse produto.

Sugerem-se maiores investigações quanto as características sensoriais de vinho tinto seco e outras bebidas irradiadas para averiguar se há melhorias quanto a esses aspectos. É indicada também a realização de trabalhos adicionais incluindo análises cromatográficas, para melhor elucidar algumas modificações ocorridas no presente trabalho e que ainda necessitam ser explicadas com maiores detalhes.

REFERÊNCIAS

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Analisis de vinos y mostos**. Zaragoza: Acribia, 1976. 153 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12806**: análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 13. ed. Washington: AOAC, 1980. 1018 p.

BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara Rosada e Bordô**: análises físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol a partir do bagaço. 2006. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – MAPA; Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC. Lei 10.970/2004 (Lei Ordinária) 12/11/2004. Altera dispositivos da Lei no 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 nov. 2004. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – MAPA. Portaria n.º 229, de 25 de Outubro de 1988. Aprova as Normas referentes a complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 out. 1988.

CASTILHOS, M. B. M.; CONTI-SILVA, A. C.; DEL BIANCHI, V. L. Effect of grape pre-drying and static pomace contact on physicochemical properties and sensory acceptance of Brazilian (Bordô and Isabel) red wines. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 235, n. 2, p. 345-354, Aug. 2012.

CATARINO, S. C. G. **Metais contaminantes nos vinhos: ocorrência por influência das bentonites.** 2006. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agro-Industrial) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2006.

CHANG, A. C. The effects of gamma irradiation on rice wine maturation. **Food Chemistry**, London, v. 83, n. 3, p. 323-327, Nov. 2003.

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

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLEER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Methods in carbohydrate chemistry.** New York: Academic Press, 1962. p. 477-512.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, S. R. S. **Contribuição da tecnologia de irradiação de alimentos no fornecimento de segurança alimentar e nutricional.** 1999. 188 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

HENRIQUE, P. C. **Radiação ultravioleta (UV-C) em sucos de uva integral.** 2015. 93 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins. characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry.** New York: John Wiley & Sons, 2001. Unit. F1.2.1-13.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KONDAPALLI, N. et al. Impact of γ -irradiation on antioxidant capacity of mango (*Mangifera indica* L.) wine from eight Indian cultivars and the protection of mango wine against DNA damage caused by irradiation. **Process Biochemistry**, London, v. 49, n. 11, p. 1819–1830, Nov. 2014.

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**, Easton, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, Apr. 1997.

MALGARIM, M. B. et al. Características de qualidade de qualidade do vinho ‘Bordô’ elaborado com diferentes processos de vinificação e períodos de maceração. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 199-204, jul./dez. 2006.

MATTOS, L. M. et al. **Protocolo de análise para determinação da atividade antioxidante total em hortaliças no sistema beta-caroteno/ácido linoléico**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 5 p. (Comunicado Técnico, 68).

MELHORES vinhos. Flores da Cunha – Serra Gaúcha. [S.l.: s.n.], 2016. 78 p. Disponível em: <<http://www.jornaloflorense.com.br/especiais/1472821719.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2016.

MIOTTO, L. C. V. **Avaliação agronômica de clones videira cultivar Bordô (*Vitis labrusca* L.) no Sul de Minas Gerais**. 2013. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MORELLI, L. L. L. Desenvolvimento de micro-organismos nos alimentos. In: _____. **Industrialização de bebidas**. São Paulo: SENAI, 2014. Cap. 4, p. 30.

OLIVEIRA, A. G. 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, out./dez. 2007.

PASTRE, R. **Evolução socioeconômica de Andradas-MG**. 2012. 97 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Econômicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

PATO, M. A. S. Influência dos principais ácidos do vinho na acidez real (pH). **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v. 14, n. 2, p. 55-66, 1999.

PERIN, E. C. et al. Resveratrol e propriedades bioativas em vinhos de mesa oriundos de sistemas de produção orgânica e convencional. **Scientific Electronic Archives**, Mato Grosso, v. 5, p. 39-46, 2014.

PIRES, J. A. et al. Análise sensorial de vinhos tintos secos irradiados por radiação gama (Co^{60}). **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, Bento Gonçalves, n. 5, p. 52-56, 2013.

PIRES, J. A. et al. Efeito de embalagens de politereftalato de etileno em vinhos tintos suaves submetidos à radiação gama (Co^{60}) para envelhecimento precoce. **Bioenergia em Revista: diálogos**, Piracicaba, v. 2, n. 1, p. 46-59, jan./jun. 2012.

RAHMAN, M. M. et al. Radiation effects on essential minerals content of cucumber (*Cucumis sativus*). **American Journal of Food and Nutrition**, Essex, v. 3, n. 3, p. 69-74, 2015.

REIS, T. A. **Elaboração, caracterização e análise sensorial de vinhos (*Vitis* spp.) de região subtropical**. 2016. 107 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

RIBÉREAU-GAYON, P. **Tratado de enología: química del vino, estabilización y tratamientos: volume 2**. Buenos Aires: Mundi-Prensa, 2003. 537 p.

RITSCHER, P. S.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. Cultivares. In: _____. **Programa de modernização da vitivinicultura**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2015. Cap. 3.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise do vinho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 120 p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 297-300, maio/ago. 1996.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1994. 34 p.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4 p. (Comunicado Técnico, 127).

SILVA, J. M. **Emprego da radiação gama na manutenção nutricional do fruto buriti (*Mauritia flexuosa* L.) do Cerrado brasileiro**. 2008. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

SOUZA, M. I. L. **Caracterização físico-química de vinhos de uvas viníferas e uvas americanas e avaliação do processo oxidativo por ozonização**. 2014. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

TECCHIO, F. M.; MIELE, A.; RIZZON, L. A. Composição físico-química do vinho Bordô de Flores da Cunha, RS, elaborado com uvas maturadas em condições de baixa precipitação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1480-1483, set./out. 2007.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Clima. In: NACHTIGAL, J. C.; MAZZAROLO, A. (Org.). **Uva: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 15, p. 197-202.

ULIANA, M. R. et al. Vinhos de mesa varietais de uvas americanas: análises químicas e energética. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 1, p. 98-103, jan./mar. 2015.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2002.