



KELLY MOREIRA PINTO

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LICORES DE
FRUTAS VERMELHAS**

LAVRAS – MG

2019

KELLY MOREIRA PINTO

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LICORES DE FRUTAS VERMELHAS

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

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

Orientador

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel

Coorientador

Prof^a. Dr^a. Elisângela Elena Nunes Carvalho

Coorientadora

LAVRAS- MG

2019

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

Pinto, Kelly Moreira.

Elaboração e caracterização de licores de frutas vermelhas /
Kelly Moreira Pinto. - 2019.
96 p. : il.

Orientador(a): Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Coorientador(a): Diego Alvarenga Botrel, Elisângela Elena
Nunes Carvalho.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Amora - preta. 2. Framboesa. 3. Morango. I. Lima, Luiz
Carlos de Oliveira. II. Botrel, Diego Alvarenga. III. Nunes
Carvalho, Elisângela Elena. IV. Título.

KELLY MOREIRA PINTO

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LICORES DE FRUTAS VERMELHAS

ELABORATION AND CHARACTERIZATION OF RED FRUIT LIQUEURS

Dissertação apresentada à 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 1º março de 2019.

Dr^a. Elisângela Elena Nunes Carvalho UFLA

Dr^a. Rita de Cassia Mirela Resende Nassur UNEB

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima
Orientador

LAVRAS- MG

2019

À Deus, á minha mãe e ao meu pai, meus alicerces de vida; e ainda à minha querida irmã Daniella, por terem me guiado, ajudado e dado força, nesta importante caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me iluminado e guiado por este caminho, e por ter me dado forças para ter conseguido vencer todos os obstáculos presentes nesta etapa da minha vida.

Aos meus pais, Brina e José Marcos, meus exemplos de vida, no qual sempre acreditaram no meu potencial e me apoiaram nesta jornada, sempre me encorajando a resolver os problemas e seguir em frente, e me incentivaram a correr atrás dos meus sonhos.

A minha querida irmã Daniella, minha sobrinha Laura e meu cunhado Luisinho, pelo carinho e por sempre me ajudarem, apoiarem e ainda me acolherem quando necessário.

Ao meu namorado Luiz, pelo carinho, apoio e força em todos os momentos dessa jornada, sempre me incentivando a enfrentar os desafios e continuar a diante. No qual está sempre ao meu lado me apoiando em todos os momentos.

Aos amigos e colegas do laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças pela amizade, ajuda, companheirismo e convivência, em especial à Nathane, Mari, Jéssyca, Lucas, Rafael, Bia, Nádjila, Hanna, Ana Lázara.

As meninas de iniciação científica, Fernanda, Bia e Ana Cláudia, pela ajuda e apoio nas análises realizadas.

A minha querida amiga Ana Paula, pelo carinho e amizade, na qual desde a graduação até o fim desta etapa sempre esteve comigo, me apoiando, ajudando, incentivando.

As colegas Angélica e Jessica, pela ajuda e apoio em algumas análises realizadas.

Ao professor Luiz Carlos, pela orientação, ajuda e por compartilhar conhecimentos e experiências, nas quais foram essenciais para minha carreira profissional.

Aos meus coorientadores, professor Diego e professora Elisângela, pelo apoio, pela grande ajuda, pela disposição em ensinar, e me acolhendo em todos os momentos, sendo essenciais para realização deste trabalho.

Ao professor Eduardo, pelo fornecimento de reagentes para a realização de análises.

As técnicas de laboratório Tina e Cidinha, nas quais me acolheram e me auxiliaram na realização de análises.

A Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade concedida.

Ao programa de pós-graduação em Ciência dos alimentos e ao departamento de Ciência dos alimentos, pela acolhida e apoio e por disponibilizar sua infraestrutura na realização deste trabalho.

À Capes, Cnpq, fapemig pelo apoio financeiro, em especial a Capes pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todos aqueles que de alguma maneira direta ou indireta, me apoiaram e ajudaram na realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“Posso, tudo posso, naquele que me fortalece, nada e ninguém no mundo vai me fazer desistir.”

Pe. Fábio de Melo

RESUMO GERAL

O consumo de frutas vem crescendo a cada década, por ser um alimento saudável devido às suas propriedades funcionais e nutricionais, com destaque para os compostos bioativos, nos quais consiste em substâncias que favorecem a saúde. Dentre as espécies frutíferas, as frutas vermelhas, ou ainda “berries”, vem ganhando destaque, visto que são universalmente reconhecidas pela sua rica composição de nutrientes, principalmente os compostos bioativos, além de serem apreciadas pelas suas características sensoriais. Dentre as frutas presentes nesse grupo, têm-se a amora-preta (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*). Entretanto, essas frutas possuem alta perecibilidade, possuindo curta vida útil. Sendo assim, para agregação de valor a frutas, aumento de vida útil pela conservação faz-se necessário o processamento das mesmas, tendo como exemplo a produção de licor, no qual tem como ingredientes a fruta, álcool, açúcar e água, passando um processo de maceração alcoólica, filtração, adição do xarope, engarrafamento seguido de envelhecimento. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar licores de frutas vermelhas em duas diferentes concentrações de açúcar, com ênfase em compostos bioativos, além de suas características sensoriais. Para isso, inicialmente foram realizados testes levando em consideração alguns fatores essenciais para a produção de licores, como quantidade de frutas, teor alcoólico e dias de maceração. Posterior, foram realizadas as análises de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, coloração, teor alcoólico, açúcares totais, vitamina C, fenólicos totais, antocianinas totais e atividade antioxidante através dos métodos de DPPH, ABTS e FRAP. Para a análise sensorial, foram realizados os testes de aceitação e intenção de compra dos licores produzidos. Através dos resultados, os licores de frutas estudados, são considerados fontes de compostos bioativos, visto que estes apresentaram alto teor de compostos fenólicos e conseqüentemente elevada capacidade antioxidante, sendo que o licor de amora apresentou maiores médias de compostos bioativos, além do mais, todos os licores produzidos foram aceitos sensorialmente, havendo destaque para os licores de frutas vermelhas e framboesa, ambos no tratamento mais doce.

Palavras – chave: *Morus nigra* L., *Rubus idaeus* L., *Fragaria vesca*., atividade antioxidante.

GENERAL ABSTRACT

Fruit consumption has been growing every decade since it is a healthy food due to its functional and nutritional properties, especially bioactive compounds, in which it consists of substances that promote health. Among the fruit species, red fruits, or berries, have been gaining prominence, since they are universally recognized for their rich nutrient composition, especially bioactive compounds, in addition to being appreciated for their sensorial characteristics. Among the fruits present in this group are blackberry (*Morus nigra* L.), raspberry (*Rubus idaeus* L.) and strawberry (*Fragaria vesca*). However, these fruits have high perishability, having a short shelf life. Therefore, for the aggregation of value to fruits, an increase in the useful life for the preservation requires the processing of the same, taking as an example the production of liquor, in which the ingredients are fruit, alcohol, sugar and water, passing a process of alcoholic maceration, filtration, addition of the syrup, bottling followed by aging. Thus, this work was carried out with the objective of evaluating red fruit liqueurs in two different concentrations of sugar, with emphasis on bioactive compounds, besides their sensorial characteristics. For this, tests were initially carried out taking into account some essential factors for the production of liquors, such as fruit quantity, alcohol content and maceration days. After that, pH, soluble solids, titratable acidity, coloration, alcohol content, total sugars, vitamin C, total phenolics, total anthocyanins and antioxidant activity were evaluated through DPPH, ABTS and FRAP methods. For the sensorial analysis, the tests of acceptance and intention of purchase of the produced liquors were carried out. Through the results, the studied fruit liqueurs are considered as sources of bioactive compounds, since these presented a high content of phenolic compounds and consequently a high antioxidant capacity, being that the liquor of blackberry presented higher averages of bioactive compounds, in addition, all the liquors produced were sensorially accepted, with red fruit and raspberry liqueurs highlighted, both in the sweetest treatment.

Keywords: *Morus nigra* L., *Rubus idaeus* L., *Fragaria vesca*., antioxidant activity.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE.....	12
1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Frutas vermelhas.....	14
2.1.1	Amora-preta (<i>Morus nigra</i> L.).....	16
2.1.2	Framboesa (<i>Rubus idaeus</i> L.).....	18
2.1.3	Morango (<i>Fragaria vesca</i>).....	19
2.2	Compostos Bioativos.....	21
2.2.1	Compostos fenólicos.....	23
2.2.2	Atividade antioxidante.....	29
2.2.3	Vitamina C.....	30
2.3	Licor.....	31
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
4	REFERÊNCIAS.....	34
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	
	ARTIGO 1 –ESTUDO DO COMPORTAMENTO DOS	
	INGREDIENTES NA ETAPA DE MACERAÇÃO ALCOÓLICA DE	
	LICORES	45
	ARTIGO 2 – CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS	
	EM LICORES DE FRUTAS VERMELHAS.....	62
	ARTIGO 3 - ANÁLISE SENSORIAL DE LICOR DE FRUTAS	
	VERMELHAS.....	85

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

As frutas são importantes na composição de uma dieta saudável, visto que são fontes de nutrientes, como fibras, vitamina C, compostos antioxidantes, entre outros, que auxiliam na prevenção de doenças, além de outros componentes com propriedades funcionais. As frutas são consumidas “in natura”, e são fonte de matéria prima para o processamento de diversos produtos, como suco, polpas, doces, licores, entre outros. O processamento das frutas visa agregar valor aos mesmos, além de ser considerado uma forma de conservação e utilização de frutos fora do padrão de qualidade do consumidor para comercialização “in natura”, que por se tratar de produtos altamente perecíveis, o processamento de frutas torna-se uma boa alternativa para minimizar as perdas pós-colheita, estas as quais, representam cerca de 30% da produção (SOUSA et al., 2010). Outro fator importante, é que com o processamento, o pequeno produtor pode ganhar espaço no mercado, oferecendo ao consumidor produtos de qualidade.

Além dos nutrientes essenciais e dos micronutrientes, as frutas contribuem com diversos componentes oriundos de metabólicos secundários, principalmente os de natureza fenólica, classificados como polifenóis. O consumo regular de frutas e hortaliças está associado com o baixo risco de incidência e mortalidade por câncer e doenças cardíacas, devido à presença de compostos oriundos do metabolismo secundário, especialmente flavonóides e antocianinas, os quais apresentam grande capacidade de inativar radicais livres, e, portanto, contribuem na prevenção de várias doenças. Estes compostos apresentam ainda atividade anti-inflamatória, antialérgica, antitrombótica, antimicrobiana e antineoplásica (KUSKOSKI et al., 2005).

Dentre as espécies frutíferas, as frutas vermelhas vêm ganhando destaque devido a sua rica composição, elas possuem nutrientes que regulam funções importantes, como compostos bioativos, e conseqüentemente possuem alta capacidade antioxidante além de serem fontes de vitaminas. O interesse por frutas vermelhas ou berry fruits como mirtilo, amora-preta e framboesa, com pequena produção no Brasil, vêm aumentando devido à elevada concentração em compostos fenólicos destes frutos, principalmente antocianinas (WANG; LIN, 2000). Este interesse é estimulado por pesquisas epidemiológicas, as quais têm demonstrado que os consumos regulares de frutas naturalmente ricas em compostos fenólicos têm papel importante na redução de mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas degenerativas, como as

cardiovasculares (KAUR; KAPOOR, 2002). Entre elas destaca-se a amora preta, framboesa e morango.

Compostos bioativos têm sido considerados como um importante assunto na alimentação, os quais consistem em substâncias que favorecem a saúde, devido ao fato de possuírem alta capacidade antioxidante. Dentre esses compostos, têm-se os compostos fenólicos, carotenóides, antocianinas, entre outros. Estudos epidemiológicos têm sugerido associações entre o consumo de alimentos e bebidas ricos em compostos fenólicos e a prevenção de certos distúrbios. Estes compostos fenólicos são comumente chamados de antioxidantes e podem ajudar na prevenção de várias doenças associadas com o estresse oxidativo, como o câncer, doenças cardiovasculares, inflamações e outros (SCALBERT E WILLIAMSON, 2000).

Nesse âmbito, inúmeros pesquisadores têm enfatizado a importância da avaliação de compostos bioativos em frutos. Sendo assim, na tentativa da adoção de tecnologias que visem seu melhor aproveitamento, com desenvolvimento de produtos, para agregação de valor a frutos e aumento de vida útil pela conservação faz-se necessário o processamento das mesmas, tendo como exemplo a produção de licor, disponibilizando o seu consumo durante todo o ano. Assim, o licor, é considerado como uma tecnologia simples, de fácil execução, no qual utiliza poucos ingredientes (fruta, álcool, açúcar e água), passando por um processo de maceração alcoólica, filtração, adição do xarope, engarrafamento seguido de estabilização. Sendo caracterizado como uma bebida alcoólica, porém adocicada.

Contudo, o interesse por alimentos ricos em compostos bioativos vem ganhando ênfase na área da pesquisa. Logo, o estudo da tecnologia na elaboração de licor ricos em compostos fenólicos e conseqüentemente alta capacidade antioxidante, e sua caracterização torna-se relevante, como contribuição para novos produtos alimentícios derivados de diferentes espécies frutíferas.

Sendo assim, o trabalho foi realizado com o objetivo de agregar valor às frutas vermelhas (amora-preta, morango e framboesa) através da elaboração de licor a base dos frutos e licor misto, e caracterizá-los física, físico-química e quimicamente, com ênfase nos compostos bioativos, e avaliação sensorial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Frutas vermelhas

Frutas vermelhas, pertencem à família das Rosáceas. De acordo com Brown (2002), a família das Rosáceas destaca-se por sua amplitude e diversidade a qual incluiu setenta e cinco gêneros e mais de cento e vinte espécies. Os membros da família das Rosáceas são valorizados pelas suas frutas e produtos derivados. As frutas vermelhas, como são geralmente conhecidas, tem sido frequentemente utilizadas pela indústria de alimentos e seus produtos manufaturados, tais como sucos de frutas, néctares, sorvetes e balas, contêm a polpa de fruta como matéria-prima básica (HAMINIUK et al., 2007).

Esse grupo de frutos, são ainda conhecidos como “berries”, pequenas frutas, ou ainda bagas, nas quais estão sendo amplamente consumidas em dietas e têm atraído muita atenção devido ao seu potencial benefício para a saúde humana. São frutos diminutos carnosos e suculentos, normalmente consumidos frescos ou em produtos como geleia, suco, doces, bebidas fermentadas e xarope (CHANG et al., 2006; KUBOTA et al., 2012).

São universalmente reconhecidos como tendo na sua composição química básica determinados componentes que acentuam o seu sabor, o aroma frutado e diversas propriedades biológicas que são apreciadas por diferentes sociedades em todo o mundo. Os frutos vermelhos variam entre a cor vermelha para o azul ou preto. São uma boa fonte de vitaminas e minerais e têm diversas composições fitoquímicas que relacionam a satisfação e a saúde do consumidor (BEATTIE et al., 2005). As “berries” são ricas em compostos fenólicos, como os ácidos fenólicos, taninos, estilbenos, flavonoides e antocianinas, porém essas frutas em particular, tem sido foco de estudos em relação à sua rica presença de antocianinas (KUBOTA et al., 2012).

Neste grupo de frutos, destaca-se os pigmentos naturais, principalmente a antocianina, que confere uma coloração atraente no processamento desses frutos, especialmente para elaboração de produtos lácteos, geleias e doces em calda (GUEDES et al., 2014; MARO et al., 2014) além do processamento das frutas para o desenvolvimento de bebidas, como exemplo a elaboração de licor. Atribuem-se aos compostos antociânicos propriedades antioxidantes, as quais são responsáveis por inibição e redução de lesões causadas pelos radicais livres nas células (SIES; STAHL, 1995).

Estes frutos estão sendo cada vez mais apreciados pelos consumidores por terem elevada qualidade sensorial e valor nutritivo (GIOVANELLI; LIMBO; BURATTI, 2014). Em

contrapartida, estes frutos possuem características de serem delicados, apresentando perda de firmeza e aparecimento de podridões em poucos dias após a colheita, o que compromete o seu tempo de vida útil (BARBIERI; VIZZOTTO, 2012; GIOVANELLI; LIMBO; BURATTI, 2014; HORNEDO-ORTEGA et al., 2016). Sendo assim, o desenvolvimento de produtos com a aplicação de frutas vermelhas, se constitui em formas de utilização dos mesmos, proporcionando aumento do período de conservação, e também oferecendo novas alternativas de aproveitamento para a cadeia produtiva e para o mercado dos mesmos (HORNEDO-ORTEGA et al., 2016).

Sendo assim, as frutas vermelhas são mundialmente conhecidas pelo seu poder antioxidante, conferido pelos compostos fenólicos presentes em quantidades relevantes nestes frutos. O cultivo deste grupo de frutas no Brasil vem despertando a atenção de produtores, comerciantes e consumidores devido à difusão de informações sobre as características e propriedades nutricionais e funcionais das espécies que vão ao encontro ao apelo por uma alimentação saudável amplamente difundido nos dias atuais (PAGOT; ILHA, 2007).

Segundo Pineli (2009), no Brasil, a principal fruta vermelha produzida e consumida é o morango. Entretanto, o cultivo da amora-preta e framboesa vem ganhando destaque, especialmente em áreas subtropicais dos estados de São Paulo e Minas Gerais, tendo temperaturas maiores no outono/inverno e principalmente no verão (MARO et al., 2013).

O consumo destes frutos teve considerável aumento devido aos benefícios associados à prevenção de doenças crônico-degenerativas não transmissíveis tais como as cardiovasculares, alguns cânceres, artrite, inflamações crônicas (LIN; TANG, 2007; PANDE; AKOH, 2009). Este interesse é estimulado por pesquisas epidemiológicas, as quais têm demonstrado que o consumo regular de frutas naturalmente ricas em compostos fenólicos tem papel importante na redução de mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas degenerativas, como as cardiovasculares (KAUR; KAPOOR, 2002).

Dentre os frutos presentes nesse grupo, temos o morango, fruto muito apreciado pelos consumidores, com sabor, aroma e textura agradáveis (BORSATTI et al., 2009) a amora-preta, que são populares pela combinação de sua cor e sabor agradáveis, bem como pelos benefícios à saúde relatados para os seres humanos (D'AGOSTINO et al., 2015); e pôr fim a framboesa, que vem recebendo cada vez mais destaque, por possuir aparência atraente, sabor e aroma agradáveis, podendo ser consumida fresca ou processada (SOUZA, 2007).

2.1.1 Amora-preta (*Morus nigra* L.)

A amoreira-preta (*Morus nigra* L.) é uma espécie arbustiva de porte ereto ou rasteiro, que produz frutos agregados com cerca de quatro a sete gramas, de coloração negra e sabor ácido a doce-ácido. É uma planta rústica que apresenta baixo custo de produção, facilidade de manejo, requer pouca utilização de defensivos agrícolas, sendo, por isso, uma alternativa interessante para cultivo na agricultura familiar (ANTUNES, 2002).

Figura 1 - Amora-preta (*Morus nigra* L.)



É um fruto originária da Ásia, produzida em países da Europa, da América do Norte e da América do Sul, crescendo em regiões de clima frio. Além das suas características atrativas de cor e sabor, várias pesquisas recentes têm destacado as propriedades benéficas da amora-preta (anti-inflamatória e anticarcinogênica) e a sua função antioxidante (VIZZOTTO, 2008). A cultura da amoreira-preta no Brasil apresenta expressivo destaque nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e sul de Minas Gerais, locais onde a ocorrência de períodos de frio favorece o desenvolvimento da planta. Esta cultura nestes estados ocupa o segundo lugar dentre as “pequenas frutas”, com produção de 1300 toneladas e área cultivada de 110 hectares (ANTUNES et al., 2000; ANTUNES e RASEIRA, 2004; JACQUES et al., 2010).

A amora-preta (*Rubus* spp.), está entre as culturas consideradas como de “pequenos frutos” (small fruits) e também conhecidas como berries, cujos termos vêm sendo comumente usado para descrever qualquer fruta pequena, de cor vermelha, roxa ou negra; de sabor adocicado e formato arredondado (JEPSON e CRAIG, 2005; PAREDES-LOPEZ et al., 2010). Constitui excelente opção para a indústria de alimentos, tendo como finalidade principal o preparo de geleias, iogurtes, frutas em calda e corantes (MANICA, 2000), além do processamento de licores.

Com relação aos seus componentes químicos, é um fruto de elevado valor nutritivo, destacando-se carboidratos, minerais (cálcio e potássio) e vitamina C. Além disso, o fruto é excelente fonte de compostos fenólicos, principalmente antocianinas e ácido elágico que podem auxiliar no combate a doenças degenerativas (FERREIRA et al., 2010; JACQUES et al., 2010; ANTUNES et al., 2002). A composição química dos frutos varia em função da cultivar, condições de crescimento, estágio de maturação, colheita e também armazenamento (TALCOTT, 2007).

Sendo assim, a amora-preta é considerada uma fruta funcional, ou seja, além das características nutricionais básicas, quando consumida como parte usual da dieta, produz efeito fisiológico/metabólico benéfico à saúde humana, sendo segura para consumo sem supervisão médica (VIZZOTO, 2008), sendo boas fontes de antioxidantes naturais (KOCA; KARADENIZ, 2009), como as antocianinas (DEIGHTON et al., 2000) e os polifenóis (WANG; LIN, 2000; MOYER et al., 2002). São reconhecidas como uma rica fonte de compostos fenólicos, com benefícios para a saúde humana, devido às suas propriedades antioxidantes e antiinflamatórias (KOCA e KARADENIZ, 2009; ZIA-UL-HAQ et al., 2014). A acidez total de amora-preta pode variar de 1 a 4 % e o pH de 2 a 4. Já a variação dos sólidos solúveis tem uma grande amplitude, de 7,5 a 16,1 % sendo o balanço entre acidez e sólidos solúveis o responsável pelo sabor característico (VIZZOTTO, 2008).

A crescente demanda pelos consumidores, resultante da atratividade atribuída à cor e ao sabor, bem como aos benefícios para a saúde, devido à presença de compostos antioxidantes, compostos fenólicos e vitamina C (FERREIRA et al., 2010; GUEDES et al., 2013), justificam a busca por informações técnicas, com objetivo de aumentar a produção e melhorar a qualidade desse fruto. A amoreira-preta representa uma ótima opção para diversificação de pequenas propriedades, por ser rústica, altamente produtiva e produzir frutos com bom equilíbrio entre açúcar e acidez, favoráveis à produção de gelificados (YAMAMOTO et al., 2013; RASEIRA & FRANZON, 2012; GUEDES et al., 2013), além de ser uma ótima opção para produção de licor.

Segundo Wang; Lin, 2000, vários estudos relatam a alta capacidade antioxidante das amoras com base na capacidade de absorção de radicais livres de oxigênio em comparação a outras frutas. Com isso, aumentaram os estudos realizados sobre a composição da amora, devido ao fato de elas possuírem um complemento único e intenso de compostos polifenólicos (CUEVAS-RODRIGUEZ et al., 2010). Os principais polifenóis presentes nas amoras-pretas são as antocianinas, os taninos hidrolizáveis (galo- e elagitaninos), os flavonóis e os flavan-3-ol, incluindo proantocianidinas (MERTZ et al., 2007).

Frutos da amoreira-preta (*Rubus* spp.) são extremamente perecíveis devido à sua fragilidade física e altas taxas de respiração e transpiração, levando a rápidas alterações nas propriedades físico-químicas e crescimento de fungos durante o período pós-colheita (HARDENBURG et al., 1986). Por isso, sua conservação pós-colheita é relativamente curta, tendo como uma opção de aproveitamento a elaboração de licores, podendo ser uma alternativa viável.

2.1.2 Framboesa (*Rubus idaeus* L.)

A framboesa (*Rubus idaeus* L.) pertence à família Rosaceae, gênero *Rubus* e tem sua origem no centro e norte da Europa e parte da Ásia. A cultura desta fruta é desenvolvida, principalmente, em algumas regiões dos Estados Unidos, Chile, Nova Zelândia, Austrália, Rússia e também em alguns países da Europa (RASEIRA et al., 2004). É um fruto múltiplo de drupas (drupéolas) estreitamente unidas à volta do receptáculo. Apresenta em geral forma cônica arredondada, sendo cada drupéola, constituída por uma semente dura envolvida por polpa (SOUSA et al., 2007).

Figura 2 - Framboesa (*Rubus idaeus* L.)



Embora não seja uma cultura bastante difundida no país, em decorrência das limitações técnicas de cultivo, atribuídas pela sensibilidade da planta e dos frutos às condições climáticas encontradas (PAGOT et al., 2003), há uma crescente busca dos consumidores por este fruto e seus produtos, em virtude da sua composição química, por conter compostos bioativos com atividade antioxidante (SOUZA et al., 2014).

O cultivo da framboesa (*Rubus idaeus* L.), no Brasil, está praticamente restrito às regiões sul e sudeste do País, uma vez que a cultura necessita de elevada quantidade de horas

de frio para seu desenvolvimento (PAGOT; HOFFMANN, 2003; RASEIRA et al., 2004). De acordo com Gonçalves et al., (2011) o sul de Minas Gerais possui grande potencial para despontar nesse cenário de produção de frutas de clima temperado por apresentar temperaturas desde muito baixas até amenas no inverno. Entre as opções de cultivo, a framboeseira (*Rubus idaeus*) possui grande perspectiva em função das pequenas áreas de cultivo no País, alto rendimento econômico e possibilidade de agregação de valor ao produto final.

A framboesa, se destaca devido a sua coloração vermelha atrativa, ocasionada pelas antocianinas, que são os principais compostos do fruto (STAVANG et al., 2015). Do ponto de vista nutricional, a framboesa apresenta grande interesse, pelos seus teores em sais minerais e Vitaminas C, provitamina A, Vitaminas B1, B2 e B6, pela presença de pectina, celulose e ácido salicílico (SOUZA et al., 2007). Os principais compostos bioativos presentes na framboesa são os compostos fenólicos com presença de elagitaninos, ácido elágico, ácido p-cumárico, ácido gálico (ANTTONEN; KARJALAINEN, 2005; BOBINAIT; VIŠKELIS; VENSKUTONIS, 2012; MULLEN et al., 2002); também possui alto teor de ácido ascórbico que, de acordo com a literatura varia de aproximadamente 15 a 92 mg. 100 g⁻¹ (HAFFNER et al., 2002; PANTELIDIS et al., 2007; BOBINAIT; VIŠKELIS; VENSKUTONIS, 2012; SOUZA et al., 2014; SAMPATH et al., 2016)

A composição química e os valores nutricionais das framboesas são influenciados não só pelo cultivar, mas também por outros fatores como as condições de crescimento local, o solo, o clima, práticas agrícolas, qualidade da água de irrigação, estágio de maturação, colheita e posteriores condições de armazenamento (PLESSI et al., 2007; TALCOTT, 2007).

Entretanto, o fruto é caracterizado por alta perecibilidade, devido a sua alta atividade respiratória e à grande área de exposição, fatores estes que facilitam a desidratação do fruto e o ataque de micro-organismos como fungos (ANTUNES; FILHO; SOUZA, 2003; RASEIRA et al., 2004), o que atrapalha a venda e comercialização “in natura” destes frutos, tendo como solução o processamento, principalmente em forma de doces, sucos, polpas congeladas e licores, aumentando a vida útil e ainda agregando valor à fruta.

2.1.3 Morango (*Fragaria vesca*)

O morangueiro pertence à família Rosaceae (gênero *Fragaria*). Seu fruto é muito apreciado devido às suas excelentes propriedades sensoriais (LARA et al., 2004). Além de ser um fruto saboroso e muito nutritivo, pode ser consumido fresco ou na forma de produtos como doces, bebidas e conservas. O sabor característico e a coloração vermelho-vivo contribuem para

que o morango e seus produtos derivados sejam muito apreciados por um grande número de pessoas (DUARTE FILHO, 1999). No entanto, por ser um fruto não-climatérico e muito perecível, devido a sua textura macia, é susceptível ao ataque de fungos. Com isto, a qualidade do fruto fica vulnerável a perdas rápidas após a colheita e durante o armazenamento (LARA et al., 2004).

O morango é um fruto de clima temperado e tem apelo peculiar por sua coloração vermelha brilhante, odor característico, textura macia e sabor levemente acidificado (BRASIL, 2000). Caracteriza-se por ser um pseudofruto não climatérico, de importante contribuição econômica, ocasionado por sua qualidade sensorial, com coloração, aroma e sabor bastante atrativos e pela adaptabilidade às condições climáticas e ambientais. Além de possuir atrativos aspectos sensoriais, é fonte de compostos bioativos, sendo eles os compostos fenólicos, com destaque para o ácido p-cumárico, ácido ferúlico, ácido gálico e ácido elágico (FERNÁNDEZ-LARA et al., 2015; KIM et al., 2015b); flavonoides com a presença de catequina, quercitina, kaemperol (AABY et al., 2012; FERNÁNDEZ-LARA et al., 2015; MIKULICPETKOVSEK et al., 2012); e antocianinas, principalmente a pelargonidina e seus derivados (HORNEDO-ORTEGA et al., 2016; KIM et al., 2015b), e em menores quantidades são encontrados os derivados de cianidina, delphinidina e peonidina (HORNEDO-ORTEGA et al., 2016).

Figura 3 - Morango (*Fragaria vesca*)



O morango está entre os frutos mais populares, sendo a espécie de maior expressão entre as frutas pequenas, consumido in natura ou na forma de produtos manufaturados (OLIVEIRA et al., 2005). É um importante fruto comercial com excelente potencial para o processamento, sendo cultivado em quase todos os países do mundo (KOVAČEVIĆ et al., 2008; ZHANG et al., 2008).

Em 2010, a produção mundial de morangos atingiu 4,17 milhões de toneladas, sendo os Estados Unidos da América o maior produtor, representando 30% da produção global. No Brasil, a produção anual é de aproximadamente 100 mil toneladas e é distribuída em regiões temperadas e subtropicais, onde é utilizada tanto para consumo fresco quanto industrial (RADIN et al., 2011). A produção de morango teve um crescimento significativo no Brasil. O país tem uma área plantada de aproximadamente 4.000 hectares e a produção anual é estimada em aproximadamente 105 mil toneladas de frutas por ano. Os principais estados produtores são Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Santa Catarina e Distrito Federal (JUNIOR et al., 2014).

O consumo do morango está ligado não somente à forma e ao tamanho, mas também ao aroma e à cor. Para Cordenunsi et al. (2002), a cor vermelha é um importante componente na aparência de morangos, sendo um atrativo aos consumidores. Essa coloração intensa se deve às antocianinas presentes nos frutos, principalmente na epiderme e aquênios (AABY et al., 2005).

Outro composto importante presente no morango é o ácido ascórbico, que juntamente com os demais compostos bioativos presentes nos frutos contribuem para a elevada atividade antioxidante (CORDENUNSI et al., 2002; KIM et al., 2015).

2.2 Compostos Bioativos

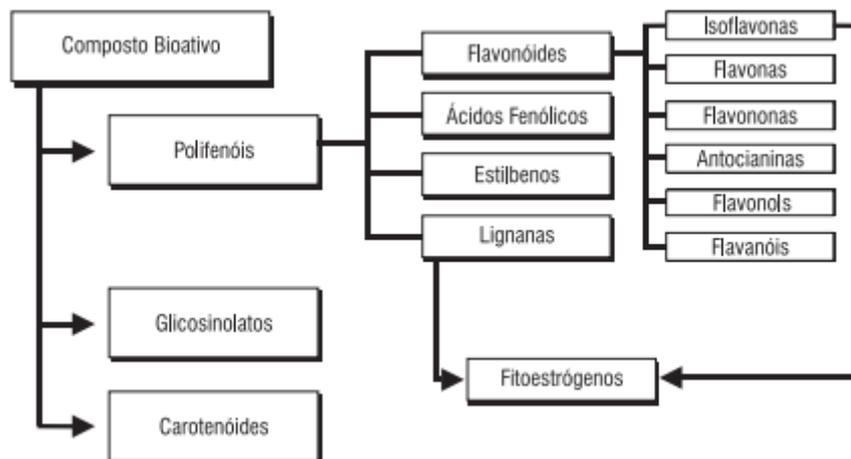
Inúmeras evidências têm indicado que os radicais livres e outros oxidantes são os grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas associadas ao avanço da idade, tais como: câncer, doenças cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (ATOUI et al., 2005). Os compostos bioativos são reconhecidos por suas propriedades benéficas à saúde humana. Inúmeros estudos têm sugerido que dietas ricas em vegetais e frutas podem reduzir os riscos de incidência de muitas doenças crônicas como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares (VILAAS et al., 2004).

Os compostos bioativos são decorrentes do metabolismo secundário das plantas, constituídos majoritariamente por ácidos fenólicos, ligninas, flavonoides, antocianinas, ácido ascórbico e carotenoides (CARBONE et al., 2011), sendo que a sua presença e produção no fruto é ocasionada por fatores genéticos, climáticos e ambientais (SOUZA et al., 2014). Na planta atuam na defesa contra agressores e também como atrativos de polinizadores (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além de serem responsáveis pelos pigmentos e características sensoriais dos frutos (STAVANG et al., 2015). Os compostos fenólicos são os principais grupos de compostos bioativos presentes nos pequenos frutos (SEERAM, 2008).

Os frutos, além de compostos com função nutritiva, contêm compostos biologicamente ativos. Estes permitem a manutenção do bom funcionamento do organismo e, devido às suas propriedades anti-inflamatórias, antimutagênicas e de captação de radicais livres, são frequentemente associados à prevenção de certas doenças, como doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer, diabetes, doenças oftalmológicas e neurodegenerativas (MARQUES et al., 2010; PASCUAL TERESA et al., 2000; POIANA et al., 2010; DEIGHTON et al., 2000; ANDERSEN et al., 2004; VERBEYST et al., 2012).

Assim, os compostos bioativos vêm ganhando destaque devido ao potencial de proteção e prevenção de diversas doenças, decorrentes da sua capacidade de inibir o crescimento de células cancerígenas e diminuir o risco de doenças cardiovasculares, entre outros (CHEN et al., 2012; OLESZEK, 2002; WOLFE; WU; LIU, 2003). A capacidade antioxidante das frutas varia de acordo com os seus teores de vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides e outros compostos fenólicos (SAURA-CALIXTO & GOÑI, 2006). A vitamina C é um nutriente que previne doenças como escorbuto e desempenha um papel importante como antioxidante biológico (KUROZAWA, 2014). Os carotenoides são compostos que também apresentam propriedades antioxidantes e, dentre os carotenoides destacam-se o β -caroteno, licopeno e a β -criptoxantina (WALL, 2006). Os compostos fenólicos atuam como antioxidantes e, quando incorporados na alimentação, reduzem o risco de desenvolvimento de patologias, como arteriosclerose e câncer (LAKO et al., 2007). De acordo com a Figura 4, pode-se observar a classe dos compostos bioativos presentes nas frutas e hortaliças.

Figura 4 - Classe dos compostos bioativos presentes nas frutas e vegetais.



Fonte: Horst e Lajolo (2007).

As frutas, especialmente as vermelhas e azuis-escuras vem sendo alvo de vários estudos, por serem excelentes fontes de compostos bioativos (CARLSEN et al., 2010; PANTELIDIS et al., 2007). Segundo estudos realizados, a proteção contra doenças degenerativas, como câncer e doenças cardiovasculares que os vegetais desempenham nos seres humanos, está associada com uma variedade de compostos nutrientes e não nutriente, sendo muito deles caracterizados por suas propriedades antioxidantes (ACOSTA MONTOYA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2011; MANACH et al., 2005; PIETTA, 2000). Essas frutas, são ricas em compostos fenólicos, como os ácidos fenólicos, taninos, estilbenos, flavonoides e antocianinas, mas em particular, as pequenas frutas tem sido foco de muitas pesquisas devido ao rico teor de antocianinas (KUBOTA et al., 2012).

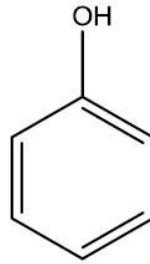
2.2.1 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias que existem principalmente nas plantas, mas que podem também ser provenientes do catabolismo dos aminoácidos. A importância dada a estes compostos deve-se ao fato de muitos possuírem propriedades benéficas para a saúde humana (MARQUES et al., 2010). Esses compostos podem atuar como antioxidantes por várias vias, nomeadamente pela eliminação de radicais livres, pela absorção de radicais de oxigênio e como quelantes de íons metálicos (SU et al., 2007).

Esses tipos de compostos são originários do metabolismo secundário de plantas, desempenhando funções de defesa contra herbívoros e patógenos, e também papel importante na proteção contra radiação ultravioleta (TAIZ; ZEIGER, 2009), além de conferirem relativa estabilidade oxidativa aos produtos derivados de vegetais (NACZK; SHAHIDI, 2004).

Quimicamente, os compostos fenólicos são caracterizados por uma estrutura aromática, com uma hidroxila, ou mais, como grupo funcional, como mostrado na figura 5, provenientes basicamente de duas rotas metabólicas, a rota do ácido chiquímico e do ácido malônico (TAIZ; ZEIGER, 2013). Segundo Simões (2001), os grupos funcionais podem ser substituídos por ésteres, ésteres metálicos e glicosídeos. São facilmente oxidáveis, tanto por enzimas vegetais específicas, quanto por influência de metais, luz, calor ou em meio alcalino, ocasionando o escurecimento de soluções ou compostos isolados.

Figura 5 - Estrutura química de um fenol simples



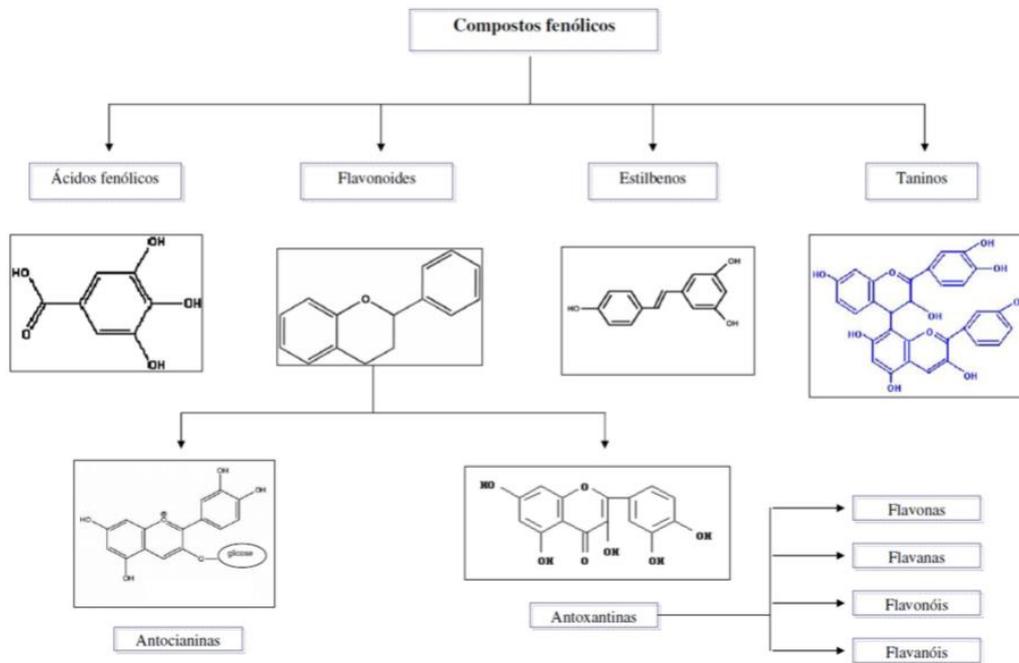
Fonte: Bravo, 1998.

São encontrados naturalmente em frutas, e estão relacionados ao crescimento e reprodução das plantas, defesa de radiações ultravioleta e agressões causadas por insetos e patógenos (MANACH et al., 2004). Além disso, desempenham funções na coloração e flavor dos frutos, contribuindo para a adstringência, acidez e sabor amargo dos mesmos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As ações fisiológicas dos compostos fenólicos despertam grande interesse devido aos seus efeitos antiaterogênicos, neuroprotetores, anti-inflamatórios, anticarcinogênicos e antioxidantes (AJILA; LEELAVATHI; RAO, 2008). Tais efeitos estão relacionados, principalmente, ao combate à geração de espécies reativas de oxigênio (EROs), o que, por sua vez, contribui para a redução do estresse oxidativo, comum em doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, entre outras (SANTOS et al., 2011; CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011).

De acordo com Faller e Fialho (2009), os polifenóis compreendem o maior grupo de compostos bioativos dos vegetais, sendo subdivididos em classes (Figura 6) de acordo com a estrutura química de cada substância. Os principais grupos são: ácidos fenólicos – por exemplo: o ácido clorogênico, presente no café; cumarinas, como as furanocumarinas do aipo; ligninas, como as lignanas da linhaça; flavonoides, presentes principalmente em frutas, hortaliças, chás, cacau e soja, e estilbenos, como o resveratrol, presente nas uvas e no vinho (FALLER; FIALHO, 2009).

Figura 6 - Classes de polifenóis alimentares.

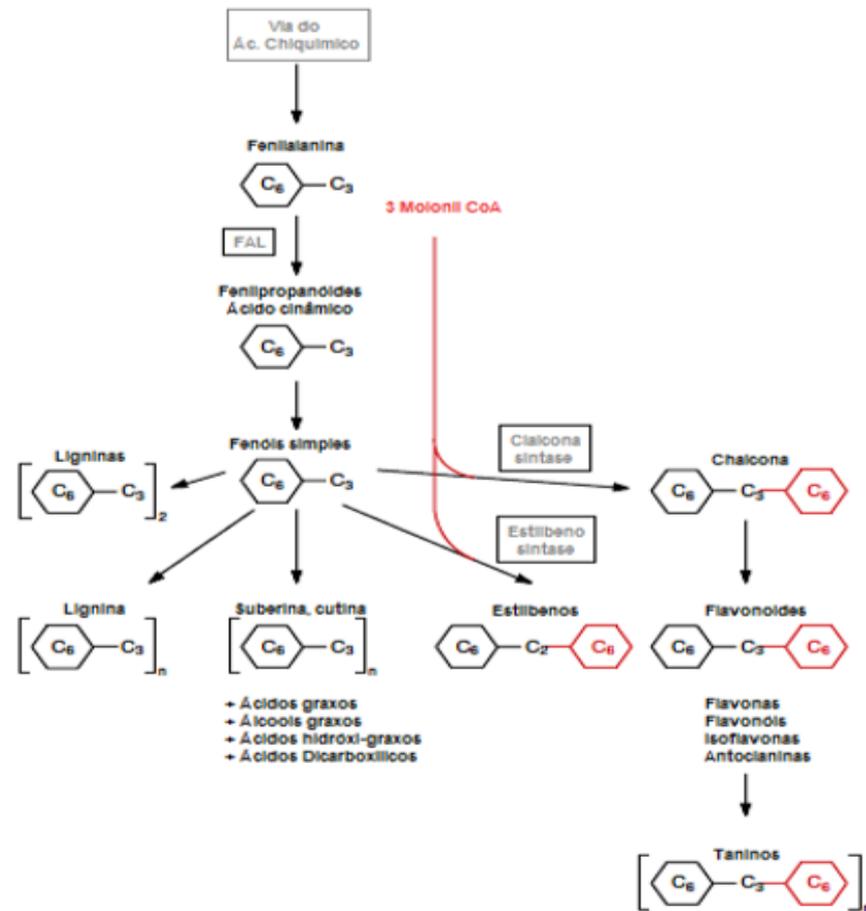


Fonte: Butterfield et al., 2002; modificado por Ishimoto, 2008.

As ações fisiológicas exercidas pelos polifenóis são principalmente em função da elevada capacidade antioxidante (FALLER; FIALHO, 2009). Agem como antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também pela presença de radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente os ácidos graxos (DANI et al., 2010; SOARES et al., 2008).

Os compostos fenólicos são encontrados em todas as partes dos vegetais, mais distribuídos em quantidades diferentes em cada uma delas. A biossíntese desses compostos, pode ocorrer por meio de diferentes rotas, razão pela qual constituem um grupo bastante heterogêneo do ponto de vista metabólico. Duas rotas metabólicas básicas estão envolvidas na síntese de compostos fenólicos: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico (TAIZ; ZEIGER, 2009), como mostrado na figura 7. Os polifenóis estão divididos em dois grandes grupos: os não flavonóides, que compreendem os grupos dos ácidos fenólicos, lignanas e estilbenos; e os flavonóides, subdivididos em flavonas, flavanóis, flavanonas, isoflavonas e antocianidinas. Sendo estes compostos químicos, pertencentes de um grupo com aproximadamente 10.000 compostos diferentes (LI et al., 2009).

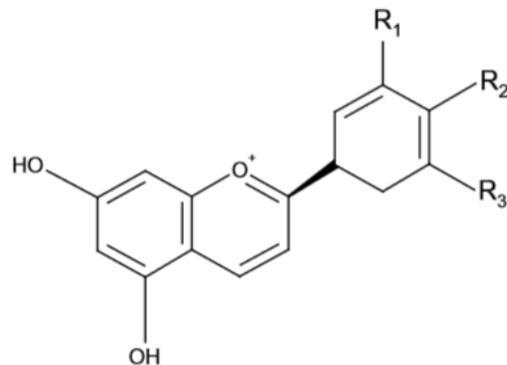
Figura 7 - Metabolismo dos compostos fenólicos: rota do ácido chiquímico e do ácido malônico.



Fonte: HELDT, 2005.

Na classe de compostos fenólicos, podem-se destacar os pigmentos naturais, principalmente a antocianina (Figura 8) que ganha destaque nas frutas vermelhas, na qual confere uma coloração atraente no processamento desses frutos, especialmente para elaboração de produtos lácteos, geleias e doces em calda (GUEDES et al., 2014; MARO et al., 2014) assim como a elaboração de licores.

Figura 8 - Estrutura química da antocianina.



Fonte: Crozier et al., 2009; Ei Gharras, 2009.

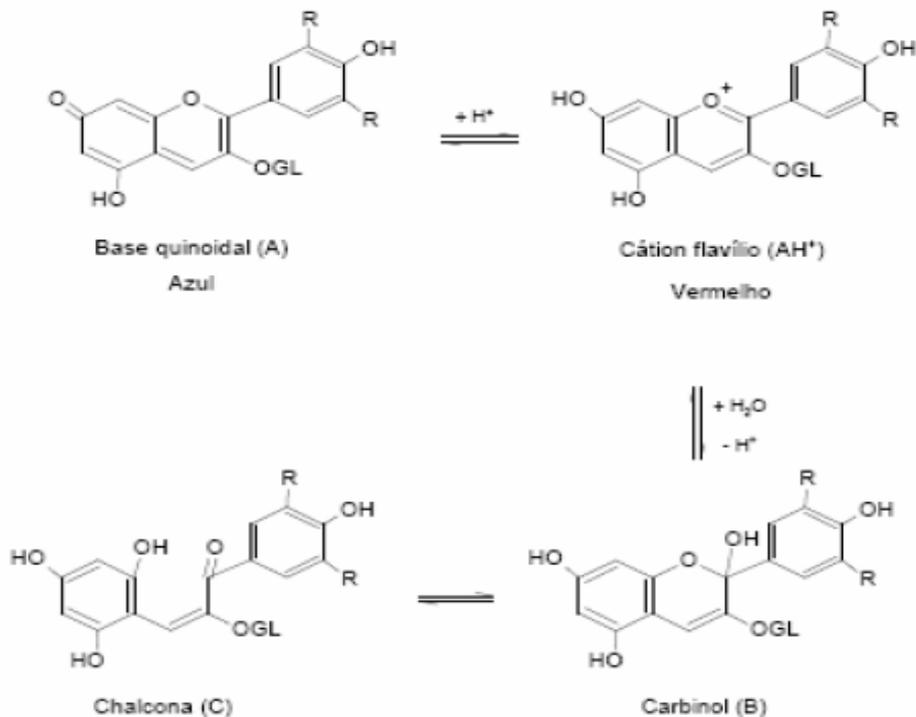
A maioria dos compostos, que variam do vermelho ao azul, que ocorrem em flores, frutos, e outras partes das plantas pertencem ao maior grupo de pigmentos naturais, um tipo de flavonoide, denominados de antocianinas (MEYER, 1982). O termo antocianina é de origem grega (*anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro). Após a clorofila, as antocianinas são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal (HARBORNE & GRAYER, 1988).

As antocianinas são dependentes do pH e da conjugação destas substâncias com outros compostos (MANACH et al., 2004; SASS-KISS et al., 2005), sendo esses pigmentos solúveis em água e altamente instáveis em temperaturas elevada, e que ultimamente vem sendo estudados os seus efeitos fisiológicos capazes de reduzir o risco de doenças (MARKAKIS, 1982; LIMA, 2003). Os principais fatores que influenciam na estabilidade das antocianinas são a estrutura química, pH, temperatura e presença de oxigênio, sendo de igual interesse e importância a degradação enzimática e as interações com constituintes dos alimentos, tais como ácido ascórbico, íon metálicos, açúcares e pigmentos (JACKMAN & SMITH, 1996).

A principal desvantagem das antocianinas frente aos corantes sintéticos deve-se à mudança de coloração decorrente de reações químicas dos produtos alimentícios, pois as antocianinas possuem grupos cromóforos que são bastante sensíveis às alterações de pH (LOPES, XAVIER, QUADRI, & QUADRI, 2007), visto que em solução, podem existir em quatro formas estruturais: cátion flavílium, a base quinoidal, base ou carbinol e a chalcona, como mostrado na figura 9, sendo que, o cátion flavílium é um ácido fraco e a base quinoidal se comporta como ácido e uma base fraca (MAZZA E MINIATI, 1993). Contudo, no pH ácido, as antocianinas estão na forma de cátions de coloração vermelha, com um aumento no pH, ocorre uma desprotonação base quinoidal azul. As antocianinas também podem estar presentes

na pseudobase formas carbitol que são chalcona incolor e levemente amarelado (HEREDIA, FRANCIA-ARICHA, RIVAS-GONZALO, VICARIO, & SANTOS-BUELGA, 1998).

Figura 9 - Formas estruturais da antocianina, em equilíbrio na solução aquosa.



Fonte: GEOCZE, 2007.

Os principais compostos fenólicos presentes nas bagas são os taninos hidrolisáveis (galo e elagitaninos) e as antocianinas, os ácidos hidroxicinâmicos, os flavonóis, os flavon-3-óis, incluindo as proantocianidinas, que estão presentes em quantidades inferiores (SIRIWOHARN et al., 2004; HÄKKINEN et al., 1999).

Compostos fenólicos são importantes constituintes de muitas frutas e hortaliças, sendo que a quantificação dessas substâncias revela informações a respeito da atividade antioxidante, qualidade do alimento e dos potenciais benéficos à saúde (TALCOTT, 2007). Contudo, esses compostos fazem parte da dieta humana de forma significativa, influenciando fortemente a qualidade dos frutos, pois contribuem para seus atributos sensoriais e nutricionais (SCALZO et al., 2005).

2.2.2 Atividade Antioxidante

Substâncias antioxidantes são aquelas que, quando presentes em baixas concentrações, comparativamente ao conjunto daqueles presentes em um substrato oxidável, atrasam ou previnem de forma significativa a oxidação deste substrato. Do ponto de vista nutricional, antioxidantes alimentares, particularmente em vegetais, têm ganhado um grande interesse entre os consumidores e a comunidade científica, uma vez que estudos têm associado menor risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e câncer ao consumo destes compostos (TEMPLE, 2000).

Os compostos antioxidantes, presentes nas frutas e hortaliças atuam nas espécies reativas de oxigênio, que incluem radicais livres reativos, tais como superóxidos, hidroxilas e peroxila, e também com não radicais, como peróxido de hidrogênio. Estas substâncias atuam na etapa de iniciação e propagação dos radicais livres ou supressão da formação dos mesmos (LIM, LIM & TEE, 2007). Segundo Scalbert e Williamson (2000), tem sido relatado que as substâncias antioxidantes desempenham um papel fundamental na prevenção de determinadas enfermidades, como doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, inflamações e outras relacionadas à ação de radicais livres em nível celular.

Além disso, a capacidade antioxidante é interessante também do ponto de vista tecnológico. Compostos fenólicos podem intervir como antioxidantes naturais nos alimentos. A obtenção ou preparo de alimentos com um alto conteúdo desses compostos supõe uma redução da adição de aditivos químicos antioxidantes, resultando em alimentos mais saudáveis, que podem ser incluídos na classe dos alimentos funcionais (MARTÍNEZVALVERDE et al., 2000).

Antioxidantes são compostos químicos com capacidade de reagir com os radicais livres e assim restringir seus efeitos maléficos ao organismo. São substâncias que retardam a velocidade de oxidação, através de um ou mais mecanismos, como inibição de radicais livres e complexação de metais. Assim, os possíveis mecanismos antioxidantes são: alteração da produção de radicais; eliminação de precursores de radicais; quelação de metais; e elevação dos níveis de antioxidantes endógenos (PIMENTEL, FRANCKI e BOIAGO, 2005).

Os antioxidantes podem ser classificados em primários, que atuam como doadores de prótons, impedindo o processo de iniciação desencadeado pelos radicais livres. Nesta classe de antioxidantes encontramos os compostos fenólicos, o tocoferol, os aminoácidos, os carotenóides e os antioxidantes sintéticos. A maioria dos flavonóides tem a capacidade de reagir com radicais livres e exercer funções antioxidantes no organismo. Os antioxidantes podem

também ser classificados como secundários, atuando no bloqueio da decomposição dos peróxidos e hidroperóxidos e convertendo-os na forma inativa por ação de agentes redutores, bloqueando a reação em cadeia através da captação de intermediários reativos como os radicais peroxila e alcooxila. Nesta classe estão os antioxidantes sintéticos, as vitaminas A, C e E, e também os compostos fenólicos (DONELLI e ROBINSON, 1995; PIETTA, 2000).

O interesse no papel dos antioxidantes na saúde humana levou à investigação nos domínios da ciência da horticultura e nos alimentos para avaliar a atividade antioxidante de frutas e hortaliças. Ácido ascórbico, carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos são exemplos de compostos com atividade antioxidante. Tal propriedade pode ser mantida ou mesmo melhorada através do desenvolvimento de cultivares, práticas de produção, armazenamento pós-colheita e processamento de alimentos. As frutas são boas fontes de compostos fenólicos e ácido ascórbico, e uma vez que as frutas são muitas vezes consumidas frescas, a capacidade antioxidante não é perdida devido a eventuais efeitos nocivos do calor e oxidação durante o processamento (KALT et al., 1999).

2.2.3 Vitamina C

O ácido ascórbico é um componente encontrado abundantemente em hortaliças e frutos, sendo classificado como uma vitamina hidrossolúvel (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2006). A vitamina C participa de diversos processos metabólicos, dentre eles a formação do colágeno síntese da epinefrina, cortiesteróides e ácidos biliares. É considerada como cofator enzimático, participa dos processos de óxido-redução, aumentando a absorção de ferro e a inativação de radicais livres (PADH, 1991). A atividade antioxidante da vitamina C envolve a doação de um elétron e a formação do radical livre ascorbato (ROSA et al., 2007).

Segundo Valente et al (2011), esta vitamina é responsável por desenvolver função protetora, por atuar como um antioxidante. Em decorrência de ter efeito antioxidante é amplamente utilizado como aditivo alimentar para preservar o sabor a cor de diversos alimentos. Ela atua no interior do corpo humano em ambos os lados da reação de óxido-redução. Quando se oxida forma o ácido dehidroascórbico pela retirada, por agentes oxidantes, de dois átomos de hidrogênio. Reduz-se pelo acréscimo de dois átomos de hidrogênio, formando novamente o ácido ascórbico (PAULING, 1988).

Taniyama e Griendling (2003) mostraram evidências de que danos oxidativos causados às moléculas biológicas por espécies de oxigênio reativo (ROS) são uma das principais causas de ocorrência das doenças cardiovasculares. Dessa forma, a vitamina C presente nos alimentos

pode ter papel fundamental de proteção a essas moléculas contra tais danos. Assim, a vitamina C é essencial para seres humanos, agindo como antioxidante, varredor de radicais livres e nutrindo as células, protegendo-as de danos causados pelos oxidantes, da mesma forma que o alfa-tocoferol e beta-caroteno (PADH, 1991).

Os vegetais contribuem de forma importante na dieta como fonte de vitamina C e são responsáveis por suprir boa parte desta vitamina consumida pela população (BENASSI; ANTUNES, 1988), sendo que o organismo humano não é capaz de sintetizar essa substância (ROSA et al., 2007). Esta é encontrada sob as formas reduzida designada como ácido ascórbico, e oxidada denominado ácido dehidroascórbico, ambas fisiologicamente ativas (ARANHA et al., 2000; ROSA et al., 2007).

Segundo Silva et al (2006), existem fatores que afetam o teor de vitamina C em frutos, dentre eles, temos a espécie, o estágio de maturação na época da colheita, variações genéticas, do manuseio pós-colheita, as condições de estocagem e o tipo de processamento.

2.3 Licor

Licores são bebidas alcoólicas produzidas nas mais diversas regiões do mundo, tendo suas principais características relacionadas com a técnica de preparação, matéria-prima e finalidade. É uma bebida doce, de alto teor alcoólico, servida em pequenas taças, geralmente como digestivo após as refeições (SANTOS, 2007).

Segundo a legislação brasileira, licor é a bebida elaborada com álcool etílico potável ou destilado alcoólico simples, com graduação alcoólica entre de 15 a 54% em volume, a 20 graus Celsius, e um teor de açúcar superior a 30 gramas por litro, adicionada de extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, substâncias aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos permitidos pela legislação vigente. Licor de frutas é uma bebida alcoólica preparada sem processo fermentativo e seus principais componentes naturais são as frutas (BRASIL, 2009).

O Ministério da Agricultura define licor como uma “bebida alcoólica por mistura”. De acordo com o teor de açúcar, segundo a legislação brasileira, através do decreto nº 2.314/97 o licor será denominado: licor seco, é a bebida que contém mais de trinta e no máximo cem gramas de açúcares por litro; licor fino ou doce, é a bebida que contém mais de cem e no máximo trezentos e cinquenta gramas de açúcar por litro; licor creme, é a bebida que contém mais de trezentos e cinquenta gramas de açúcares por litro; e licor escarchado ou cristalizado, é a bebida saturada de açúcares parcialmente cristalizados (BRASIL, 1997).

Licor é uma palavra de origem latina “lique facere” que significa fundido ou dissolvido em líquido. Normalmente, produzidos por maceração ou por uma mistura conjunta de diferentes componentes. O número e estilos deste produto são enormes, variando de produtos muito fortes, “tradicionais”, ou produtos mais leves, “especiais”, tais como os “brands”, licores cremosos e aperitivos. O licor tradicional contém cerca de 35% a 45% de álcool por volume, entretanto, muito dos novos licores possuem um teor alcoólico mais baixo, em torno de 20% (v/v) (GEOCZE, 2007).

O preparo de licores de frutas está baseado na maceração alcoólica de frutas ou na destilação de macerados aromáticos com base de frutas. Sua qualidade depende não só da mistura adequada dos ingredientes, mas principalmente do processo de preparação (PENHA, 2004). Os licores de frutas, devido à presença de frutas em sua composição, apresentam grandes quantidades de compostos fenólicos que por sua vez são de grande interesse por possuírem atividade antioxidante e possível efeito anticancerígeno (GEÖCZE, 2007).

Geocze (2007) afirma que uma forma refinada de utilizar o fruto, a fim de extrair e conservar o seu teor fenólico é a elaboração de um licor que se dá com a imersão deste em aguardente por um período mínimo de sete dias. Assim, o licor é considerado como uma bebida alcoólica adocicada, preparada sem processo fermentativo, caracterizada pela elevada proporção de açúcar misturado ao álcool, e aromatizada por essências, frutas, raízes, sementes, ervas, flores e até cascas de vegetais, in natura ou desidratadas, que servem também para definir o sabor (PENHA, 2006).

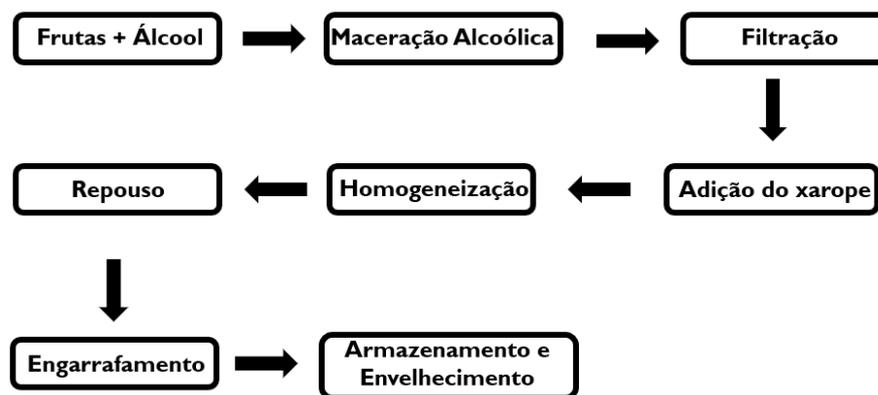
O processamento de licores requer uma tecnologia considerada simples e o produto final é comercializado à temperatura ambiente apresentando um longo tempo para ser consumido. Além de agregar valor à produção e aumentar a renda da família rural, trata-se de um produto que pode ser produzido e comercializado em pequenas propriedades, garantindo assim uma renda extra (LYNCH; MULVIHILL, 1997; TEIXEIRA et al. 2005).

Para produção de licores de frutas, tem como ingredientes básicos, álcool, fruta, açúcar e água. De acordo com Penha et al. (2001), os processos tradicionais de fabricação de licores de frutas consistem na mistura de álcool etílico, obtido por destilação, com um xarope de açúcar contendo pequenas quantidades de essências de ervas ou de frutas, seguido de decantação e de filtração. Trata-se de um processo simples. No entanto, existem variações no processo, com registro de algumas patentes que visam, de alguma forma, melhorar a qualidade do produto final.

Logo, as etapas para produção de licores estão mostradas na figura 10, tendo como etapa principal a da maceração, no qual é nesta etapa em que o álcool fica em contato com a fruta. É

nesta etapa, que os componentes químicos são transferidos da fruta para o álcool, tais como compostos fenólicos, açúcares, entre outros, nos quais interferem diretamente na qualidade química e sensorial do produto final.

Figura 10 - Etapas do processamento de licores de frutas.



Fonte: autoria própria.

De acordo com Venturini (2010) maceração consiste na infusão sem uso de calor e requer mais tempo de contato, sendo que um material sólido é colocado em contato com um material líquido para que ocorra a impregnação dos compostos presente no material sólido no material líquido. Por este motivo os licores utilizam o processo de maceração da matéria-prima em álcool por tempo pré-estabelecido dependendo das características na mesma e a trituração da matéria prima ajuda a facilitar a extração de substâncias possibilitando incremento no rendimento da operação. O tempo de maceração, concentração de etanol e a proporção do solvente e frutas, podem originar licores de sabor e aroma distintos, sendo a fase de preparação do extrato da fruta possivelmente a etapa mais crítica do processo (COELHO et al., 2007).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo, foi possível observar que as frutas vermelhas são consideradas fontes de compostos bioativos, além de suas atrativas características sensoriais, visto que estas possuem potencial nutricional e sensorial para a elaboração de licores, contribuindo assim para o desenvolvimento de novos produtos.

4 REFERÊNCIAS

- AABY, K. et al. **Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening.** Food Chemistry, v. 132, n. 1, p. 86–97, 2012.
- AABY, K.; SKREDE, G.; WROLSTAD, R. E. **Phenolic composition and antioxidant activities in fresh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*).** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 53, n. 10, p. 4032-404, 2005.
- ACOSTA-MONTOYA, O. et al. **Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schldl.) during three edible maturity stages.** Food Chemistry, Barking, v. 119, n. 4, p. 1497-1501, 2010.
- AJILA, C. M.; LEELAVATHI, K.; RAO, U. J. S. P. **Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder.** J Cereal Sci., v. 48, p. 319-326, 2008.
- ALMEIDA, M. M. B. et al. **Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil.** Food Research International, Essex, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.
- ANDERSEN, O. M., FOSSEN, T., TORSKANGERPOLL, K., FOSSEN, A., HAUGE, U. **Anthocyanin from strawberry (*Fragaria ananassa*) with the novel aglicone 5-carboxypyranopelargonidin.** Phytochemistry. Vol. 65, pp. 405-410, 2004.
- ANTTONEN, M. J.; KARJALAINEN, R. O. **Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry.** Journal of Food Composition and Analysis, v. 18, n. 8, p. 759–769, 2005.
- ANTUNES, L. E .C. **Amora-preta: Nova opção de cultivo no Brasil.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002.
- ANTUNES, L. E. C. et al. **Blossom and ripening periods of blackberry varieties in Brazil.** Journal American Pomological Society, v. 54, n. 4, p. 164-168, 2000.
- ANTUNES, L. E. C.; FILHO, J. D.; SOUZA, C. M. de. **Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 38, n. 3, 2003.
- ANTUNES, L. E.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado (Documento, 122) p. 54, 2004.
- ANTUNES. L.E.C et al. Fenologia e produção de cultivares de amoreira-preta em sistema agroecológico. **Ciência Rural, Santa Maria.** v.40, n.9, p.1929-1933, 2010. 1929-1933, 2010.
- ARANHA, F. Q.; BARROS, Z. F.; MOURA, L. S. A.; GONÇALVES, M. da C. R., BARROS, J. C. de; METRI, J. C.; SOUZA, M. S. de. **O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso.** Revista de Nutrição, v. 13, n. 2, p. 89-97, 2000.

ATOUI, A. K. et al. **Tea and herbal infusions: their antioxidant. Activity and phenolic profile.** Food Chemistry , v. 89, n. 1, p. 27-39, 2005.

BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M. **Pequenas frutas ou frutas vermelhas.** Informe Agropecuário, v. 33, n. 268, p. 7–10, 2012.

BEATTIE, J., CROZIER, A., DUTHIE, G. **Potential Health Benefits of Berries.** Current Nutrition & Food Science. v.1, p.71-86, 2005.

BENASSI, M. de T.; ANTUNES, A. J. A. **Comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 31. n. 4, p. 507-513, 1988.

BOBINAIT, R.; VIŠKELIS, P.; VENSKUTONIS, P. R. **Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (Rubus spp.) cultivars.** Food Chemistry, v. 132, n. 3, p. 1495–1501, 2012.

BORSATTI, Fabiana C. et al. **Avaliações Químicas de Dez Cultivares de Morangueiro Produzidos em Sistema Orgânico na Região Sudoeste do Paraná.** Rev. Bras. De Agroecologia, Paraná, v. 4, n. 2, p. 31-34, nov. 2009.

BRASIL. Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 1 de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para a polpa de fruta. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 10 jan.2000, Seção 1, p. 54-58.

BRASIL. Presidência da República. Decreto 2314, de 05 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

BRAVO, L. **Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance.** Nutrition Reviews, v. 56, p. 317-333, 1998.

BROWN, D. **The Royal Horticultural Society.** New Encyclopedia of Herbs and their uses. London: Dorling Kindersley, 2002.

BUTTERFIELD, D. A.; CASTEGNA, A.; POCERNICH, C. B.; DRAKE, J.; SCAPAGNINIB, G.; CALABRESEC, V. **Nutritional approaches to combat oxidative stress in Alzheimer's disease.** J Nutr Biochem., v. 13, p. 444-461, 2002.

CARBONE, K. et al. **Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage.** Food Chemistry, v. 127, n. 2, p. 493–500, 2011.

CARLSEN, M. H. et al. **The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide.** Nutrition Journal, London, v. 9, n. 3, p. 1-11, 2010.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 371 – 389 p., 2006.

CHANG, Q. et al. **Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (*Crataeguspinnatifida* var. *major*) fruits and hawthorn drink.** Food Chemistry, Barking, v. 98, n. 3, p. 426-430, 2006.

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

COELHO, M. I. S.; ALBUQUERQUE, L. K. S.; MASCARENHAS, R. J.; COELHO, M. C. S. C.; SILVA, E. D. F. **Elaboração de licor de umbu com diferentes álcoois.** In: Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica. Anais eletrônicos. João Pessoa, 2007.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓNJAIMES, L.; GUERRA-HERNANDEZ, E.; GARCIAVILLANOVA, B. **Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruit from Colombia.** Food Res Int., v. 44, p. 20472053, 2011.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; GENOVESE, M. I., LAJOLO, F. M. **Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50, p. 2581-2586, 2002.

CUEVAS-RODRIGUEZ, E.O., YOUSEF, G.G., GARCÍA-SAUCEDO, P.A., LÓPEZ-MEDINA, J., PAREDESLÓPEZ, O., LILA, M.A. **Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in wild and domesticated Mexican blackberries (*Rubus* spp.).** J. Agric.Food Chem. 58, 7458–7464, 2010.

D'AGOSTINO, M. F., SANZ, J., SANZ, M. L., GIFFRÈ, A. M., SICARI, V., & SORIA, A. C. **Optimization of a Solid-Phase Microextraction method for the Gas Chromatography Mass Spectrometry analysis of blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott) fruit volatiles.** Food Chemistry, v.178, p. 10-17, 2015.

DANI, C.; OLIBONI, L. S.; AGOSTINI, F.; FUNCHAL, C.; SERAFINI, L.; HENRIQUES, J. A.; SALVADOR, M. **Phenolic content of grapevine leaves (*Vitis labrusca* var. *Bordo*) and its neuroprotective effect against peroxide damage.** Toxicol Vitro, v. 24, p. 148-153, 2010.

DEIGHTON, N., BRENNAN, R., FINN, C., DAVIES, H. **Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species.** Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol. 80, pp. 1307-1313, 2000. Documentos 37 (A. Hoffmann, S. de S. Sebben, Eds.) Embrapa Uva e Vinho. Documentos 37. Anais...Bento Gonçalves - RS: Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas, 2003.

DONELLI, J. K.; ROBINSON, D. S. **Free radical in foods**. Free Radical Resource, v. 22, n. 2, p. 147-176, 1995.

DUARTE FILHO, J. et al. **Tecnologia de produção e processamento do morango**. Caldas: EPAMIG, 279 p., 1999.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. **Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil**. Rev Saúde Pública, v. 43, n. 2, p. 211-218, 2009.

FERNÁNDEZ-LARA, R. et al. **Assessment of the differences in the phenolic composition and color characteristics of new strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars by HPLC-MS and Imaging Tristimulus Colorimetry**. Food Research International, v. 76, p. 645–653, 2015.

FERREIRA, D.S. et al. **Compostos bioativos presentes em amorapreta (*Rubus* spp.)**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.32, n.3, p.664-674, 2010.

GEÖCZE, A. C. **Influência da preparação do licor de jaboticaba (*Myrciaria Jaboticaba Vell berg*) no teor de compostos fenólicos**. 2007. 14 p. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

GIOVANELLI, G.; LIMBO, S.; BURATTI, S. **Effects of new packaging solutions on physico-chemical, nutritional and aromatic characteristics of red raspberries (*Rubus idaeus* L.) in postharvest storage**. Postharvest Biology and Technology, v. 98, p. 72–81, 2014.

GONÇALVES, E.D.; PIO, R.; CAPRONI, C.M.; ZAMBON, C.R.; SILVA, L.F.O.; ALVARENGA, A.A. **Implantação, cultivo e pós-colheita de framboesa no Sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 5p., 2011. (Circular Técnica, 145).

GUEDES, M.B.S. et al. **Chemical characterization and mineral levels in the fruits of blackberry cultivars grown in a tropical climate at an elevation**. Acta Scientiarum Agronomy, v.35, n.2, p.191-196, 2013.

GUEDES, M.N.S. et al. **Composição química, compostos bioativos e dissimilaridade genética entre cultivares de amoreira (*Rubus* spp.) cultivadas no Sul de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.36, n.1, p.206-213, 2014.

HAFFNER, K. et al. **Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres**. Postharvest Biology and Technology, v. 24, p. 279–289, 2002.

HÄKKINEN, S. H.; KÄRENLAMPI, S. O.; HEINONEN, M.; MYKKÄNEN, H. M.; TÖRRÖNEN, A. R. **Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries**. J. Agric. Food Chem., 47, 2274–2279, 1999.

HAMINIUK C. W. I.; SIERAKOWSKI M.-R.; BRANCO I. G.; MACIEL G. M.; MASSON, M. L. **Rheological study of ternary mixtures and pectic gels of red fruit pulps**, International Journal of Food Science and Technology, v. 42, n. 6, p. 629–639, 2007.

- HARBORNE, J.B., **The flavonoids: recent advances, in: Plant Pigments**, Academic Press, London, p.298–343, 1988.
- HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. California: USDA Agricultural Research Serial, 130 p., 1986.
- HELDT, H. W. **Plant biochemistry**. 3^a ed. California: ELSEVIER, 2005. 565p.
- HEREDIA, F., FRANCIA-ARICHA, E., RIVAS-GONZALO, J., VICARIO, I., & SANTOS-BUELGA, C. **Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes—I. pH Effect**. Food Chemistry, 63(4), 491–498, 1998.
- HORNEDO-ORTEGA, R. et al. **Influence of storage conditions on the anthocyanin profile and colour of an innovative beverage elaborated by gluconic fermentation of strawberry**. Journal of Functional Foods, v. 23, p. 198–209, 2016.
- HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. **Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos**. In: COZZOLINO, S. M. S. (Org.). Biodisponibilidade de nutrientes. 2 . ed. São Paulo: Manole, v. 1, p. 697-731, 2007.
- ISHIMOTO, E. Y. **Efeito hipolipemiante e antioxidante de subprodutos da uva em hamsters**. 2008. 173 f. (Doutorado em Nutrição)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- JACKMAN, R.L.; SMITH, J.L. **Anthocyanins and betalains**. In: HENDRY, G.A.F.: HOUGHTON, J.D. (Eds.) Natural Food Colorants. 2.ed. Londres: Champs & Hall, p.245-390, 1996.
- JACQUES, A. C. et al. **Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy**. Química Nova, v. 33, n. 8, p. 1720-1725, 2010.
- JEPSON, R. G.; CRAIG, J. C. **The American heritage science dictionary**. North America: Houghton Mifflin Company, 2005.
- JUNIOR, C. R.; ANTUNES, L. E. C.; ALDRIGHI, M.; VIGNOLO, G. **Panorama do cultivo de morangos no Brasil**. Revista Campo & Negócios, p. 58-59, 2014.
- KALT, W., FORNEY, C., MARTIN, A., PRIOR, R. **Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1999, 47, 4638-4644.
- KAUR, C.; KAPOOR, H.C. **Antioxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables**. Journal of Food Science and Technology, v. 37, p. 153-161, 2002.
- KIM, S. K. et al. **Variation of bioactive compounds content of 14 oriental strawberry cultivars**. Food Chemistry, v. 184, p. 196–202, 2015.

KOCA, I.; KARADENIZ, B. **Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the Black Sea Region of Turkey.** *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.121, n.4, p.447-450, 2009.

KOVAČEVIĆ, D.B.; VAHČIĆ, N.; LEVAJ, B.; DRAGOVIĆ-UZELAC, V. **The effect of cultivar and cultivation on sensory profiles of fresh strawberries and their purées.** *Flavour Fragrance Journal*, v. 23, p. 323–332, 2008.

KUBOTA, M. et al. **Anthocyanins from the fruits of *Rubus croce acanthus* and *Rubus sieboldii*, wild berry plants from Okinawa, Japan.** *Journal of food Composition and Analysis*, San Diego, v. 28, p. 179-182, 2012.

KUROZAWA, L. E. et al. **Ascorbic acid degradation of papaya during drying: effect of process conditions and glass transition phenomenon.** *Journal of Food Engineering*, v.123, p.157-164, 2014.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO; FETT, R. **Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos.** *Ciênc. e Tec. Aliment.*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LAKO, J. et al. **Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods.** *Food Chemistry*, v.101, p.1727- 1741, 2007.

LARA, I.; GARCIA, P. ; VENDRELL, M. **Modifications in cell Wall composition after cold storage of calciumtreated strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruit.** *Postharvest Biol. Technol.*, v.22, n.3, p.331-339, 2004.

LI, H. et al. **Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines.** *Food Chemistry*, v. 112, n. 2, p. 454-460, 2009.

LIM, Y.Y.; LIM, T.T.; TEE, J.J. **Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study.** *Food Chemistry*, v. 103, p.1003-1008, 2007.

LIMA, V.L.A.G.; GUERRA, N.B. **Antocianinas: atividade antioxidante e biodisponibilidade.** *Boletim da SBCTA*, Campinas, v. 37 (Supl.), p. 121-128, 2003.

LIN, J. Y.; TANG, C. Y. **Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation.** *Food Chemistry*, v. 101, p.140-147, 2007.

LOPES, T. J., XAVIER, M. F., QUADRI, M. G. N., & QUADRI, M. B. **Antocianinas: Uma Breve Revisão Das Características Estruturais E Da Estabilidade.** *Revista Brasileira Agrocência*, 13(3), 291–297, 2007.

LYNCH, A. G; MULVIHILL, D. M. **Effect of sodium caseinate on the stability of cream liqueurs.** Department of Food Chemistry. University College Cork. Republic of Ireland. 1997.

MANACH, C. et al. **Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies.** American Journal of Clinical Nutrition, New York, v. 81, p. 230-242, 2005.

MANACH, C. et al. **Polyphenols: food sources and bioavailability.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 79, p. 727-747, 2004.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 327 p., 2000.

MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors.** London: Academic Press, 261p., 1982.

MARO, L. A. C., PIO, R., GUEDES, M. N. S., ABREU, C. M. P., & CURI, P. N. **Bioactive compounds, antioxidant activity and mineral composition of fruits of raspberry cultivars grown in subtropical areas in Brazil.** Fruits, 68(3), 209-217, 2013.

MARO, L. A. C., PIO, R., GUEDES, M. N. S., ABREU, C. M.P., & MOURA, P. H. A. **Environmental and genetic variation in the post-harvest quality of raspberries in subtropical areas in Brazil.** *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v.36, n.3, p.323-328, 2014.

MARQUES, K. K., RENFROE, M. H., BREVARD, P. B. B., LEE, R. E., GLOECKNER, J. W. **Differences in antioxidant levels of fresh, frozen and freeze-dried strawberries and strawberry jam.** International Journal of Food Sciences and Nutrition. Vol. 61, pp. 759-769, 2010.

MARTÍNEZ-VALVERDE, PERIAGO, M. J.; ROS, G. **Significado Nutricional de los Compuestos Fenólicos de la Dieta.** ALAN, v. 50, n. 1. Caracas, mar. 2000.

MAZZA, G.; MINIATI, E., **Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains.** CRC Press, London, 362 p., 1993.

MERTZ, C., CHEYNIER, V., GÁNATA, Z., BRAT, P. **Analysis of phenolic compounds in two blackberry species (*Rubus laucus* and *Rubus adenotrichus*) by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ion trap mass spectrometry.** J. Agric. Food Chem. 55, 8616–8624, 2007.

MEYER, A.S., DONOVAN, J.L., PEARSON, D.A., WATERHOUSE, A.I., FRANKEL, E.N. **Fruit hydroxycinnamic acids inhibit human low-density lipoprotein oxidation in vitro.** J Agric Food Chem 46:1783–1787, 1982.

MIKULIC-PETKOVSEK, M. et al. **HPLC-MS n identification and quantification of flavonol glycosides in 28 wild and cultivated berry species.** Food Chemistry, v. 135, n. 4, p. 2138–2146, 2012.

MOYER, R.A.; HUMMER, K.E.; FINN, C.E.; FREI, B.; WROLSTAD, R.E. **Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.50, n.3, p.519-525, 2002.

MULLEN, W., MCGINN, J. **Ellagitannins, Flavonoids, and Other Phenolics in Red Raspberries and Their Contribution to Antioxidant Capacity and Vasorelaxation Properties.** Journal of the Agricultural and Food Chemistry, 50, 18, 5191-5196, 2002.

NACZK, M.; SAHIDI, F. **Extraction and analysis of phenolics in food.** Journal Cromatografy A, n. 1054, p. 95-111, 2004.

OLESZEK, W. Dietary phytochemicals and human health. **Dietary phytochemicals and human health**, v. 1, p. 163 – 166, 2002.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. **Mudas certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta.** A Lavoura 108: 35-38, 2005.

PADH, H. **Vitamin C: never insights into its biochemical functions.** Nutrition Reviews, New York, v. 49, n. 3, p. 65 – 70, 1991.

PAGOT, E.; HOFFMANN A. **Produção de pequenas frutas.** In: Seminário Brasileiro Pequenas Frutas, 1. Anais... Vacaria: Embrapa Uva e Vinho. p. 9-17, 2003.

PAGOT, E.; ILHA, L. **Cultivo da framboesa.** Documentos 59. Bento Gonçalves/RS: Embrapa Uva e Vinho, p.74, 2007.

PANDE, G.; AKOH, C.C. **Antioxidant capacity and lipid characterization of six Georgia-grown pomegranate cultivars.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 57, n. 20, p. 9427-9436, 2009.

PANTELIDIS, G. E. et al. **Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries.** Food Chemistry, v. 102, n. 3, p. 777–783, 2007.

PAREDES-LÓPEZ, O. et al. **Berries: Improving Human Health and Healthy Aging, and Promoting Quality Life-A Review.** Plant Foods for Human Nutrition, v. 65, n. 3, p. 299–308, 2010.

PASCUAL-TERESA, S., SANTOS-BUELGA, C. E RIVAS-GONZALO, J. C. **Quantitative Analysis of Flavan-3-ols in Spanish Foodstuffs and Beverages.** Journal of Agriculture and Food Chemistry. Vol. 48, pp. 5331-5337, 2000.

PAULING, L. **Como viver mais e melhor: o que os médicos não dizem sobre sua saúde.** 4. Ed. São paulo: best Seller, p. 400., 1988.

PENHA, E. M. **Manual para fabricação artesanal de licor de acerola.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 17p. 2004.

PENHA, E. M.; BRAGA, N. C. A. S; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C; MODESTA, R. C. D.; FREITAS, S. C. **Utilização do retentado da ultrafiltração do suco de acerola na elaboração de licor.** B. CEPPA, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 267 - 276, jul/dez.2001.

PENHA, E.M. **Licor de Frutas.** Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

PIETTA, P. G. **Flavonoids as antioxidants**. *Journal of Natural Products*, Cincinnati, v. 63, n. 7, p. 1035-1041, 2000.

PIMENTEL, C. V. M. L.; FRANCKI, K. M.; BOIAGO, A. P. **Alimentos Funcionais – Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. 1ª ed., Metha, 95 p., 2005.

PINELI, L. L. O. **Fenologia das plantas, qualidade pós-colheita e conservação de framboesa**. 2009. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PLESSI, M., BERTELLI, D., ALBASINI, A. **Distribution of metals and phenolic compounds as a criterion to evaluate variety of berries and related jams**. *Food Chemistry*. v.100, p.419-427, 2007.

POIANA, M., MOIGRADEAN, D., RABA, D., ALDA, L., POPA, M. **The effect of long-term frozen storage on the nutraceutical compounds, antioxidant properties and color indices of different kinds of berries**. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Vol. 8(1), pp. 54-58, 2010.

RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER JUNIOR, C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M. H. **Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul**. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 3, p. 287-291, 2011.

RASEIRA, M. do C.B.; FRANZON, R.C. **Melhoramento genético e cultivares de amora-preta e mirtilo**. *Informe Agropecuário*, v.33, n.268, p.11-20, 2012.

RASEIRA, M.C.B.; GONÇALVES, E.D.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L.E.C. **Aspectos técnicos da cultura da Framboeseira**. Documentos 120. Pelotas/RS: Embrapa Clima Temperado, 22p., 2004.

ROSA, J. S. da; GODOY, R. L. de O.; OIANO NETO, J.; CAMPOS, R. da S.; MATTA, V. M. da; FREIRE, C. A.; SILVA, A. S. da; SOUZA, R. S. de. **Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica**. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

SAMPATH, C. et al. **Bioactive compounds isolated from apple, tea, and ginger protect against dicarbonyl induced stress in cultured human retinal epithelial cells**. *Phytomedicine*, v. 23, n. 2, p. 200–213, 2016.

SANTOS, L. P.; MORAIS, D. R.; SOUZA, N. E.; COTTICA, S. M.; BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V. **Compounds and fatty acids in different parts of *Vitis labrusca* and *V. vinifera* grapes**. *Food Res Int.*, v. 44, p. 1414-1418, 2011.

SANTOS, S. **Pequeno livro de destilados: guia para toda hora**. Campinas, SP: Verus Editora, 2007.

SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. **Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet**. *Food Chemistry*, v.94, p.442-447, 2006.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. **Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols.** *Journal of Nutrition*, 130: 2073S-2085S, 2000.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. **Genótipo da planta afeta a capacidade antioxidante total e compostos fenólicos em frutas.** *Nutrition*, v. 21, p. 207-213, 2005.

SEERAM, N. P. **Berry Fruits : Compositional Elements, Biochemical Activities, and the Impact of Their Intake on Human Health, Performance, and Disease.** *Journal of A*, v. 56, p. 627–629, 2008.

SIES, H., STAHL, W. **Vitamins E and C, b-carotene, and other carotenoids as antioxidants.** *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 62, n. 6, p. 1315-1321, 1995.

SILVA, P. T.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. **Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geleia.** *Ciência e tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.

SIMÕES, A. N.; MENEZES, J. B.; ANDRADE, J. C.; FREITAS, D. F.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. **Caracterização química de pedúnculos de caju CCP-76 em diferentes estádios de desenvolvimento.** *Caatinga*, v. 14, n. 1, p. 75-78, 2001.

SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E. **Characterisation of phenolics in Marion and Evergreen blackberries.** *J. Food Sci.* 69, 233– 240, 2004.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSK, E. M.; GONZAGA, L.; FEET, R. **Compostos fenólicos e antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel.** *Rev Bras Frutic.*, v. 30 , n. 1, p. 59-64, 2008.

SOUSA, P.H.M. et al. **Adição de extratos de Ginkgo biloba e panax ginseng e néctares mistos de frutas tropicais.** *Ciência e Tecnologia de Alimento*, v.30, n.2, p.463-470, 2010.

SOUZA, M.B.; CURADO, T.; NEGRÃO, E.; VASCONCELLOS, F.; TRIGO, M.J. **Framboesa – Qualidade Pós-Colheita.** Edição no âmbito do Projeto PO AGRO DE&D Nº 556. Folhas de divulgação AGRO 556 nº 6. MADRP, Lisboa, Novembro, 2007.

SOUZA, V. R. DE et al. **Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits.** *Food Chemistry*, v. 156, p. 362–368, 2014.

STAVANG, J. A. et al. **Raspberry fruit quality changes during ripening and storage as assessed by colour, sensory evaluation and chemical analyses.** *Scientia Horticulturae*, v. 195, p. 216–225, 2015.

SU M-S, CHIEN P-J. **Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (Vaccinium ashei) fluid products as affected by fermentation.** *Food Chemistry*, 104, 182-187, 2007.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 819p., 2009.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TALCOTT, S. **Chemical components of berry fruits**. In Y. Zhao (Ed.), *Berry fruit: value-added products for health promotion* (pp. 51-67). New York: CRC Press, 2007.
- TANIYAMA, Y.; GRIENGLING, K. K. **Reactive oxygen species in the vasculature: molecular and cellular mechanisms**. *Hypertension*, v. 42, p. 1075 – 1081, 2003.
- TEIXEIRA, LUCIANO J. Q; RAMOS, AFONSO M; CHAVES, JOSE B. P; SILVA, PAULO H. A; STRINGHETA, PAULO C. **Avaliação Tecnológica da extração alcoólica no processamento de licor de banana**. *BOLETIM CEPA*, Curitiba, v.23, n.2, p.329-346, 2005.
- TEMPLE, N.J. **Antioxidants and disease: More questions than answers**. *Nutrition Research*, v.20, n.3, p.449-459, 2000.
- VENTURINI, W.G.F. **Bebidas alcoólicas**. Ciência e Tecnologia. São Paulo: Blucher, 2010.
- VERBEYST, L., HENDRICKX, M. E VAN LOEY, A. 2012. **Characterisation and screening of the process stability of bioactive compounds in red fruit paste and red fruit juice**. *Eur Food Res Technol*. Vol. 234, pp. 593–605, 2012.
- VILAAS, A. et al. **Intakes of antioxidants in coffee, wine, and vegetables are correlated with plasma carotenoids in humans**. *Journal of Nutrition* , v. 134, n. 3, p. 562-567, 2004.
- VIZZOTO, M. **Amora-preta: uma fruta antioxidante**. Artigo de Divulgação na Mídia Embrapa Clima Temperado, *Jornal da fruta*, v.195, p.14, 2008.
- WALL, M.M. **Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (Musa sp.) and papaya (Carica papaya) cultivars grown in Hawaii**. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.19, p.434-445, 2006.
- WANG, S.Y; LIN, H.S. **Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Maryland, v. 48, p. 140-146, 2000.
- WOLFE, K.; WU, X.; LIU, R. H. **Antioxidant activity of apple peels**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, n. 3, p. 609–614, 2003.
- YAMAMOTO, L.Y. et al. **Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de amora-preta Xavante**. *Ciência Rural*, v. 43, n.1, p. 15-20, 2013.
- ZHANG, Y.; SEERAM, N.P.; LEE, R.; FENG, L.; HEBER, D. **Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 56, p. 670 - 675, 2008.
- ZIA-UL-HAQ, M., RIAZ, M., DE FEO, V., JAAFAR, H. Z. AND MOGA, M. **Rubus fruticosus L.: Constituents, biological activities and health related uses**. *Molecules*. 19(8):10998–11029, 2014.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

ESTUDO DA CINÉTICA E DCCR NO COMPORTAMENTO DOS INGREDIENTES NA ETAPA DE MACERAÇÃO ALCOÓLICA DE LICORES DE FRUTAS VERMELHAS

RESUMO

A produção de licores de frutas é considerada como uma tecnologia simples, de fácil execução, com utilização de poucos ingredientes (álcool, fruta, açúcar e água), passando por um processo de maceração, sendo caracterizada como uma bebida alcólica, porém adocicada. Os licores de frutas é rico em nutrientes devido aos aspectos nutricionais e sensoriais provenientes das frutas, sendo que a etapa mais importante no processamento de licores é a maceração, na qual consiste em deixar o fruto em contato com o álcool, para que haja máxima extração de compostos nutricionais e sensoriais, e conseqüentemente obter um produto aceito sensorialmente e nutricional pelos consumidores. Contudo, neste trabalho objetivou-se avaliar testes realizados na etapa da maceração alcoólica, levando em considerações parâmetros como tempo de maceração, proporção de álcool de cereais e frutas, teor alcoólico do álcool de cereais. Para os macerados estudados, foram utilizados a amora – preta (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*); e álcool de cereais. Foram realizados dois testes, ambos realizados análises de compostos fenólicos e teor de antocianinas. O primeiro teste, foi baseado na cinética, onde as frutas (inteira ou em pedaços) foram colocadas e contato com o álcool de cereais (25, 50 e 75°GL), sendo as análises realizadas de dois em dois dias, durante 18 dias. Para o segundo teste, foi realizado um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), no qual foi aplicado um fatorial completo 2^2 , com quatro pontos fatoriais (combinação dos níveis +1 e -1), quatro pontos axiais ($-\alpha$ e $+\alpha$) e três repetições no ponto central (0), totalizando 11 ensaios, tendo como variáveis independentes a quantidade de fruto e o teor alcoólico do álcool de cereais. Todas os macerados de frutos, apresentaram comportamento semelhante no primeiro teste, sendo caracterizado por um aumento até os 16 dias e com um pequeno declínio aos 18 dias de maceração, sendo que os frutos picados apresentaram resultados superiores aos frutos inteiros para os teores de compostos fenólicos e antocianinas, e vale ainda ressaltar que o álcool de cereais à 75°GL extraiu maiores teores de compostos avaliados. Para o teste de DCCR, este apresentou que a faixa ideal para a utilização de do álcool de cereais, foi de 60 a 95°GL para os macerados estudados, e para a quantidade de fruto, estes apresentaram uma faixa de 60 a 110g. Conclui-se que para se obter um rico licor de frutas vermelhas, é necessário 16 dias de maceração, utilizando a fruta em pedaços, e vale ainda ressaltar que quanto maior teor alcoólico do álcool de cereais e maior quantidade de fruto utilizado, maior será a composição do macerado e conseqüentemente mais rico nutricionalmente e sensorialmente será o produto final.

PALAVRAS-CHAVE: antocianinas, compostos fenólicos, *Morus nigra* L., *Rubus idaeus* L., *Fragaria vesca*.

ABSTRACT

The production of fruit liqueurs is considered as a simple technology, easy to execute, using a few ingredients (alcohol, fruit, sugar and water), undergoing a maceration process, being characterized as a alcoholic beverage, but sweet. Fruit liqueurs are rich in nutrients due to the nutritional and sensorial aspects of fruits, and the most important stage in the processing of liquors is maceration, which consists in leaving the fruit in contact with alcohol, so that there is maximum extraction of nutritional and sensory compounds, and consequently to obtain a sensory and nutritional accepted product by the consumers. However, the objective of this study was to evaluate the tests carried out in the alcoholic maceration stage, taking into consideration parameters such as maceration time, proportion of cereal and fruit alcohol, alcohol content of cereal alcohol. For the studied macerates, blackberry (*Morus nigra* L.), raspberry (*Rubus idaeus* L.) and strawberry (*Fragaria vesca*) were used; and cereal alcohol. Two tests were carried out, both analyzes of phenolic compounds and anthocyanin content. The first test was based on the kinetics, where fruits (whole or in pieces) were placed and contact with the cereal alcohol (25, 50 and 75 ° GL), being analyzed every two days for 18 days . For the second test, a Rotational Central Compound Design (DCCR) was performed, in which a full factorial 2² was applied, with four factor points (combination of levels +1 and -1), four axial points (- α and + α) and three replicates at the central point (0), totaling 11 trials, having as independent variables the fruit quality and the alcohol content of cereal. All fruits macerated showed similar behavior in the first test, being characterized by an increase up to 16 days and a small decline at 18 days of maceration, and the fruits chopped presented higher results than whole fruits for the contents of compounds phenolics and anthocyanins, and it is worth mentioning that cereal alcohol at 75 ° GL extracted higher levels of evaluated compounds. For the DCCR test, this showed that the ideal range for the use of cereal alcohol was 60 to 95 ° GL for the macerates studied, and for the amount of fruit, these presented a range of 60 to 110g. It is concluded that to obtain a rich liquor of red fruits, it takes 16 days of maceration, using the fruit in pieces, and it is worth noting that the higher the alcoholic content of cereal alcohol and the greater quantity of fruit used, the greater the composition of the macerated and consequently richer nutritionally and sensorially will be the final product.

KEY WORDS: anthocyanins, phenolic compounds, *Morus nigra* L., *Rubus idaeus* L., *Fragaria vesca*.

1 INTRODUÇÃO

Licores são bebidas alcoólicas produzidas nas mais diversas regiões do mundo, tendo suas principais características relacionadas com a técnica de preparação, matéria-prima e finalidade. É uma bebida doce, de alto teor alcoólico, servida em pequenas taças, geralmente como digestivo após as refeições (SANTOS, 2007). É uma bebida obtida pela mistura de álcool, água, açúcar e substâncias que lhe fornecem aroma e sabor, em medidas adequadas, sem que haja fermentação durante sua elaboração (CARVALHO, 2007).

De acordo com a legislação brasileira, licor é uma bebida com graduação alcoólica de 15 a 54 %, em volume, a 20°C, com percentual de açúcar superior a 30 g/L. Este pode ser elaborado com álcool etílico potável ou destilado alcoólico simples, ambos de origem agrícola, bebida alcoólica ou mistura desses produtos (BRASIL, 2009).

Existem basicamente três processos para a obtenção de licor, sendo estes por destilação, por maceração e por mistura de óleos essenciais ou essências. Em geral, a formulação é feita a partir da mistura de álcool, princípio aromático, água e açúcar, nas proporções adequadas para se obter o licor conforme a categoria desejada (TEIXEIRA et al, 2011). Para os licores de frutas, o preparo de licores está baseado na maceração alcoólica de frutas ou na destilação de macerados aromáticos com base de frutas. Sua qualidade depende não só da mistura adequada dos ingredientes, mas principalmente do processo de preparação (ALMEIDA et al., 2012).

Dentre as etapas do processamento dos licores de frutas, a etapa de maceração é a mais importante, visto que é nela que o fruto fica em contato com o álcool por determinado tempo, ocorrendo assim a extração de compostos essenciais para a qualidade do produto final. De acordo com Venturini (2010) maceração consiste na infusão sem uso de calor e requer mais tempo de contato, sendo que um material sólido é colocado em contato com um material líquido para que ocorra a impregnação dos compostos presente no material sólido no material líquido. Sendo que o tempo de maceração, concentração de etanol, proporção de solvente e fruta podem originar licores de aromas e sabores distintos, sendo a fase de preparação do extrato de frutas a etapa mais crítica do processo (COELHO et al., 2007).

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo a avaliação de testes realizados na etapa da maceração alcoólica, levando em considerações parâmetros como tempo de maceração, proporção de álcool de cereais e frutas, teor alcoólico do álcool de cereais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo do trabalho, foram realizados dois testes, nos quais foram a partir desses resultados que foi determinado as quantidades dos ingredientes, o teor alcoólico do álcool de cereais, fruto inteiro ou em pedaços e ainda o tempo de maceração, para posterior realizar o processamento dos licores de frutas vermelhas.

Ambos os testes foram realizados na etapa de maceração da preparação dos licores, visto que esta etapa é essencial para liberação dos compostos físico-químicos e sensoriais do licor. Foram utilizados como ingredientes: amora – preta (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*); e álcool de cereais. Os frutos foram adquiridos no município de Lavras e cidades próximas, sendo esses encaminhados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, na Universidade Federal de Lavras. Os morangos foram devidamente lavados, sanitizados e congelados; para a amora e framboesas, estas foram adquiridas lavadas, ensacadas e congeladas. Por fim, o álcool de cereais foi obtido na Universidade Federal de Lavras.

Nos dois testes, foram realizadas duas análises: compostos fenólicos e teor de antocianinas. Compostos fenólicos foram realizados segundo Waterhouse (2002), em que alíquotas de 0,5 mL do macerado foram adicionadas em tubos de ensaio, em combinação com 2,5 mL do reagente Folin Ciocalteau 10% e 2 mL de carbonato de sódio 4%, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro, a 750 nm, após duas horas de incubação.

O conteúdo de antocianinas foi estimado, espectrofotometricamente, segundo o método de Lees e Francis (1972), com adaptações de Barcia et al. (2012). Para a extração dos compostos antociânicos, foi utilizado o macerado diluído em água na proporção de 1:3, posterior foi realizada a acidificação do meio, através da adição de gotas de HCL (1%) incubando-se por uma 1 h a temperatura ambiente. Após esse procedimento, a leitura foi efetuada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 535 nm, que representa o espectro de absorção das antocianinas, realizando a leitura do branco com solução de etanol:HCL 1,5 M. A quantificação de antocianinas totais baseou-se no coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídeo (Equação 1), a qual representa a principal antocianina presente em frutos. Os resultados foram expressos em miligramas de cianidina-3- glicosídeo por litro de macerado.

$$\text{Abs} = \varepsilon \cdot C \cdot l \text{ (Equação 1)}$$

Onde, Abs é a absorvância lida; ϵ é o coeficiente de absorção molar; C é a concentração mol.L-1 e l é o caminho óptico em cm.

3.1 Teste 1: Cinética da maceração

Nesta etapa, foi realizada uma cinética, onde os frutas amora – preta (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*) foram colocadas em contato com o álcool (inteira ou em pedaços) utilizando três graduações alcoólicas para o álcool de cereal , 25°GL, 50°GL e 75°GL; totalizando 18 tratamentos. Sendo assim, para cada tratamento, 100 g de fruta foi colocado juntamente com 100 mL de álcool de cereal em erlenmeyers cobertos com papel alumínio e devidamente vedados e tampados, e colocados em ambiente escuro. As análises foram realizadas de dois em dois dias, durante 18 dias (0,2,4,6,8,10,12,14,16 e 18 dias).

3.2 Teste 2: DCCR na maceração

Neste teste, foi realizado um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), para se obter o melhor resultado, levando em consideração a relação da quantidade de polpa e teor alcoólico do álcool de cereais na etapa de maceração, tendo como variáveis resposta o teor de compostos fenólicos e antocianinas. Sendo assim, a quantidade de fruto picado (X1) foi colocado juntamente com 115 mL de álcool de cereais à determinado °GL (X2) em erlenmeyers cobertos com papel alumínio e devidamente vedados e tampados, colocados em ambiente escuro e deixado em repouso durante 16 dias, para posterior avaliação de compostos fenólicos e teor de antocianinas.

Um planejamento fatorial completo 2^2 foi aplicado, com quatro pontos fatoriais (combinação dos níveis +1 e -1), quatro pontos axiais ($-\alpha$ e $+\alpha$) e três repetições no ponto central (0), totalizando 11 ensaios.

Na Tabela 1, se encontram os níveis de substituição, com valores codificados e reais, utilizados no ensaio, e na tabela 2, é apresentada a matriz do delineamento.

Tabela1 - Variáveis e níveis do planejamento fatorial completo 2^2 .

Níveis codificados e reais das variáveis independentes					
Variáveis independentes	- 1,41	- 1,0	0	+ 1,0	+ 1,41
X1 - Quantidade de fruto (g)	17,7	30	60	90	102,3
X2 - °GL álcool de cereais	61	65	75	85	89

Tabela 2 - Matriz referente ao delineamento experimental, com valores reais e codificados.

Tratamentos	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais	
	X1	X2	g Polpa	°GL
1	- 1,0000	-1,0000	30,0	65,0
2	- 1,0000	1,0000	30,0	85,0
3	1,0000	-1,0000	90,0	65,0
4	1,0000	1,0000	90,0	85,0
5	- 1,4142	0,0000	17,7	75,0
6	1,4142	0,0000	102,3	75,0
7	0,0000	-1,4142	60,0	61,0
8	0,0000	1,4142	60,0	89,0
9 (C)	0,0000	0,0000	60,0	75,0
10 (C)	0,0000	0,0000	60,0	75,0
11 (C)	0,0000	0,0000	60,0	75,0

3.3 Análise estatística

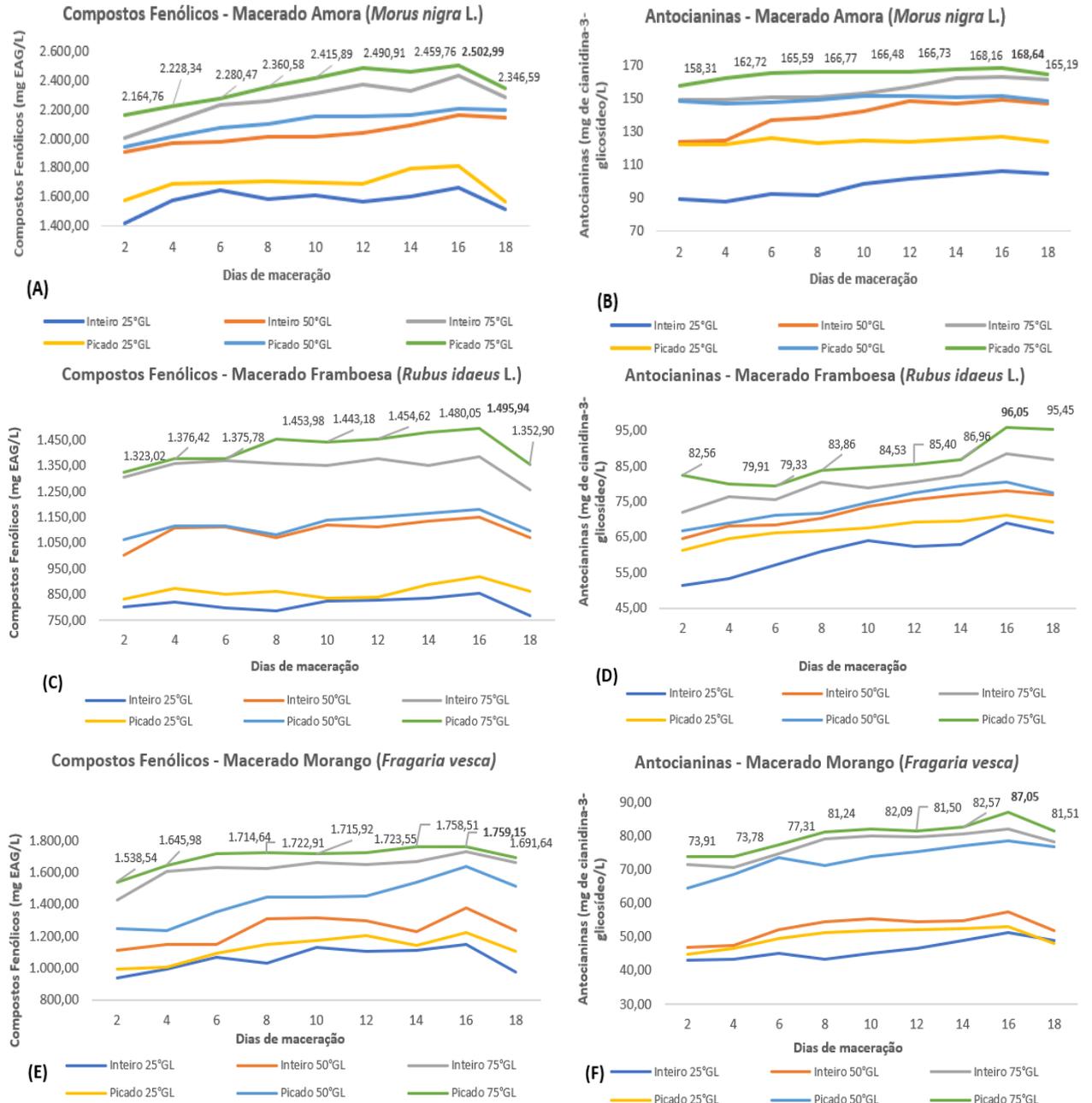
Para o teste de cinética, os resultados foram avaliados através de gráficos plotados no Excel (dias x compostos fenólicos; dias x teor de antocianinas). Já para o segundo teste, a avaliação dos resultados do DCCR foi feita através de superfícies de resposta e suas respectivas curvas de contorno, após análise de variância (ANOVA) e regressão, a 5% de significância. Para a validação dos modelos para a obtenção das superfícies de resposta e suas respectivas curvas de contorno, avaliou-se a significância da regressão pelo teste F ($F_{\text{calc.}} > F_{\text{tab.}}$) e o coeficiente de determinação ($R^2 > 0,7$); utilizando o programa computacional Statistica versão 8.0 (STATSOFT INC, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teste 1: Cinética do macerado

Os macerados de todos os frutos apresentaram comportamento semelhante, tanto para o teor de compostos fenólicos quanto para o teor de antocianinas. Abaixo estão mostrados os gráficos (Figura 11) de compostos fenólicos e antocianinas, para o macerado de amora (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*).

Figura 11 – Valores médios de : A – Compostos fenólicos do macerado de amora; B – Antocianinas do macerado da amora; C – Compostos fenólicos do macerado de framboesa; D – Antocianinas do macerado da framboesa; E – Compostos fenólicos do macerado do morango; F – Antocianinas do macerado do morango; armazenados por 18 dias.



É possível observarmos nos gráficos da Figura 11, para os três frutos (amora, framboesa e morango), tanto os compostos fenólicos quanto o teor de antocianinas, para todos os tratamentos, nos 2 dias de maceração apresentaram menores quantidades dos compostos analisados, sofrendo um aumento até os 16 dias e com um pequeno declínio após 18 dias de

maceração. De acordo com Souza e Bragança (2001) e Geocze (2007), o tempo de repouso do macerado dependerá da velocidade em que ocorrerá a difusão dos componentes aromáticos da matéria-prima na solução hidroalcoólica.

O tratamento no qual apresentou os maiores valores dos compostos analisados, foi o do fruto em pedaços, no álcool a 75°GL. Sendo que, para o macerado da amora, este apresentou teores de compostos fenólicos variando de 2.164,76 mg EAG/L (2 dias) à 2502,99 mg EAG/L (16 dias); e para o teor de antocianinas apresentou valores de 158,31 mg cianidina-3-glicosídeo/L (2 dias) à 168,64 mg cianidina-3-glicosídeo/L (16 dias). Já para o macerado da framboesa, este apresentou uma variação de compostos fenólico de 1.323,02 mg EAG/L (2 dias) a 1.495,94 mg EAG/L (16 dias); e para o teor de antocianinas mostrou uma variação de 82,56 mg cianidina-3-glicosídeo/L (2 dias) a 96,05 mg cianidina-3-glicosídeo/L (16 dias). E por fim, para o macerado de morango houve uma variação de 1.538,54 mg EAG/L (2 dias) a 1.759,15 mg EAG/L (16 dias) para o teor de compostos fenólicos; e para o teor de antocianinas, este apresentou um valor de 73,91 mg cianidina-3-glicosídeo/L aos 2 dias, e 87,05 mg cianidina-3-glicosídeo/L aos 16 dias de maceração.

Com relação ao teor alcoólico do álcool de cereais, o que obteve maiores resultados dos compostos analisados (fenólicos e antocianinas) foi o de 75°GL, para todos os tratamentos. Através dos gráficos apresentados na Figura 11, quanto maior o teor alcoólico, maior a concentração de fenólicos e antocianinas. Isso ocorre, devido ao fato de que, quanto maior a graduação do álcool, maior a capacidade extratora, ou seja, mais compostos o álcool conseguirá retirar do fruto. Segundo estudos realizados, o etanol, é a matéria-prima principal do licor e interfere diretamente na sua qualidade (SOUZA e BRAGANÇA; 2001), visto que é a partir dele que se consegue os componentes químicos e sensoriais para a qualidade final do licor produzido.

Com relação ao fruto (picado ou inteiro) na qual foi adicionado ao álcool de cereais, para todos os tratamentos, a fruto picado, apresentou maiores teores de antocianinas e compostos fenólicos. Isso é devido ao fruto picado apresentar uma maior superfície de contato do que o fruto inteiro, facilitando assim, que o álcool de cereais consiga extrair mais os compostos analisados.

Logo, a maceração é uma operação unitária que consiste em extrair de um sólido, por meio da adição de um solvente, compostos de interesse, que podem ser considerados ativos, sendo que este corpo deve manter-se em contato com o solvente durante um período de tempo (OLIVEIRA, et al., 2014). Tendo como fatores que interferem diretamente a qualidade final do licor, o tempo da maceração, o teor alcoólico do álcool utilizado e ainda se o fruto é adicionado

picada ou inteira à solução extratora, sendo esses fatores ligados a capacidade de extração dos compostos químicos e sensoriais do fruto.

4.2 Teste 2: DCCR na maceração

O preparo de licores de frutas está baseado na maceração alcoólica de frutas ou na destilação de macerados aromáticos com base de frutas. Sua qualidade depende não só da mistura adequada dos ingredientes, mas principalmente do processo de preparação (PENHA, 2004). Uma das etapas mais importantes na preparação de licores, é a maceração alcoólica, visto que é nela que ocorre o contato do fruto com álcool, para retirada dos compostos importantes para o licor produzido, como os compostos antioxidantes. Para Adan (2010) e Pereira (2011), as frutas são fontes de compostos antioxidantes naturais, como os compostos fenólicos, que além de contribuírem para as características sensoriais das mesmas, possuem ações benéficas na saúde humana.

De acordo com os resultados das variáveis estudadas (compostos fenólicos e antocianinas) nos macerados analisados, observa-se a melhor faixa para a escolha do teor alcoólico do álcool de cereais e da quantidade de fruta a ser utilizada na preparação do licor final. Os dados apresentados abaixo referem-se aos delineamentos dos macerados das frutas amora (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*).

Os resultados apresentados a seguir, referem-se ao macerado de amora - preta (*Morus nigra* L.). As equações (1) (2), correspondem aos coeficientes estimados pelo modelo de regressão para as variáveis resposta: compostos fenólicos e antocianinas.

$$\text{Compostos Fenólicos} = -3508,02 + 32,60x_1 - 0,16x_1^2 + 96,77x_2 - 0,66x_2^2 + 0,16x_1x_2 \quad (1)$$

$$\text{Antocianinas} = 357,1567 + 1,5737x_1 - 0,0097x_1^2 - 9,9127x_2 + 0,0739x_2^2 + 0,0112x_1x_2 \quad (2)$$

Em que:

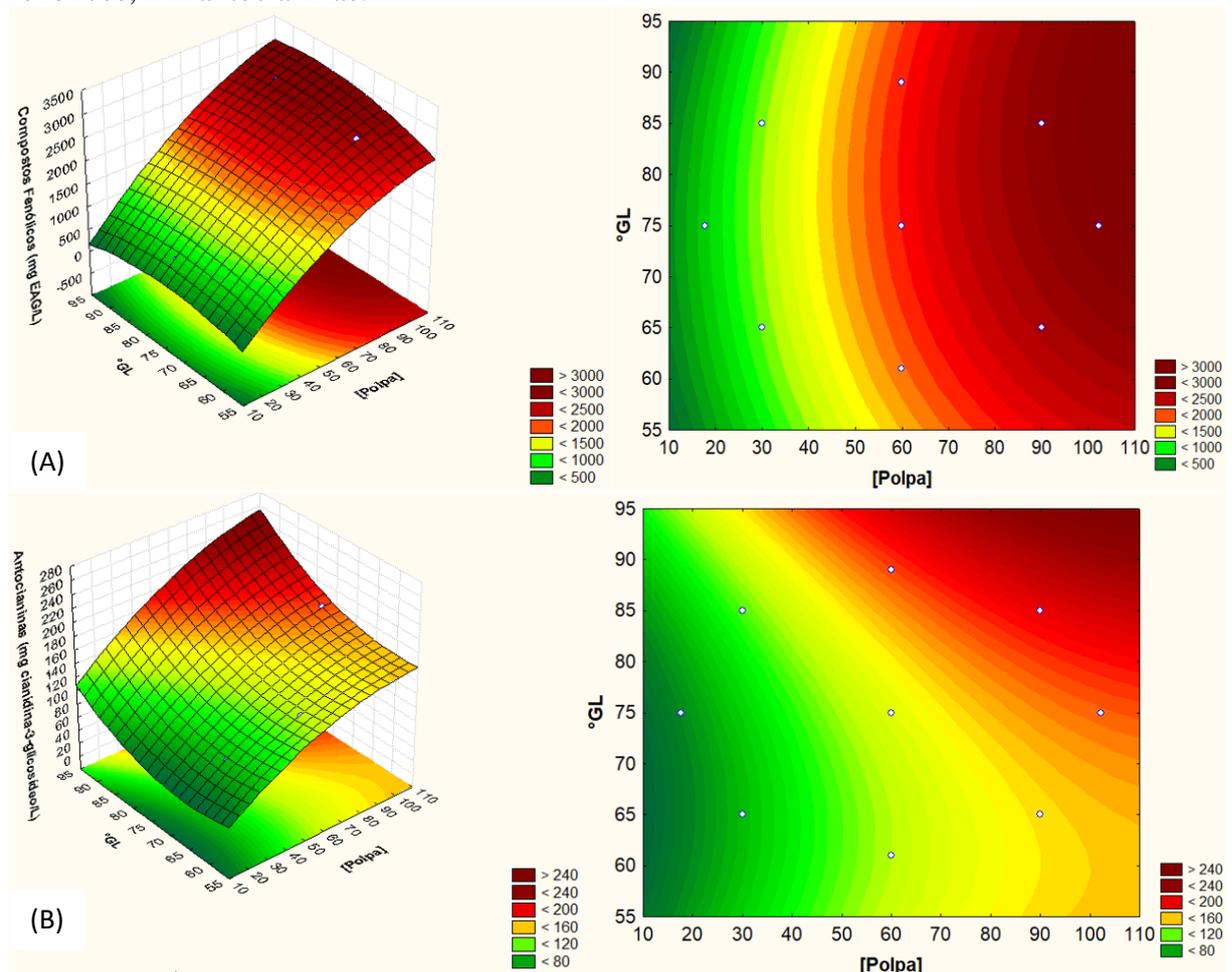
x1: quantidade de fruto (valores codificados);

x2: °GL do álcool de cereais (valores codificados);

*Efeito significativo ($p < 0,05$).

Nota-se que apenas a variável compostos fenólicos apresentou efeito significativo em relação à quantidade de fruto utilizado para o modelo quadrático. É possível observar também que, em ambas as variáveis estudadas, houve efeito negativo para a quantidade de fruta utilizada, no modelo quadrático. Sendo assim, os modelos obtidos acima, apresentaram condições necessárias (levando em consideração o valor de R^2 e o F calculado, de cada variável) para que seja possível a construção das superfícies de respostas e curvas de contorno (figura 12).

Figura 12 - Superfícies de resposta e curvas contorno referente ao macerado de amora – preta (*Morus nigra* L.) obtidas pelos modelos de regressão linear para as variáveis: A - compostos fenólicos; B – antocianinas.



Pelas superfícies de resposta e curvas de contorno do macerado de amora – preta (*Morus nigra* L.), é possível observar forte influência do °GL do álcool de cereais e da quantidade de fruto utilizado, para ambos os compostos analisados (compostos fenólicos e antocianinas). Para os compostos fenólicos, a faixa ótima de °GL é de 70 a 95 e para a quantidade de fruto entre 90

a 110g. Para as antocianinas, a faixa ótima para °GL foi de 85 a 95 e para quantidade de fruto, 60 a 110g.

Para o estudo do macerado de framboesa (*Rubus idaeus* L.), foram apresentadas as equações 3 e 4. De acordo com os modelos de regressão abaixo (equação 3 e 4) nos quais correspondem aos coeficientes estimados para as variáveis respostas, ambas as variáveis estudadas (compostos fenólicos e antocianinas) apresentaram efeito significativo para o parâmetro quantidade de fruto, tanto de maneira linear quanto quadrática. Além disso, para o teor de antocianinas, obteve efeito significativo para o teor alcoólico do álcool de cereais linear e quadrático. O parâmetro quantidade de fruta no modelo quadrático, apresentou efeito negativo em ambas variáveis respostas.

$$\text{Compostos Fenólicos} = -1763,29 + 27,78x_1^* - 0,14x_1^{2*} + 51,22x_2 - 0,35x_2^2 + 0,12x_1x_2 \quad (3)$$

$$\text{Antocianinas} = -379,663^* + 2,810x_1^* - 0,012x_1^{2*} + 9,036x_2^* - 0,055x_2^{2*} - 0,010x_1x_2 \quad (4)$$

Em que:

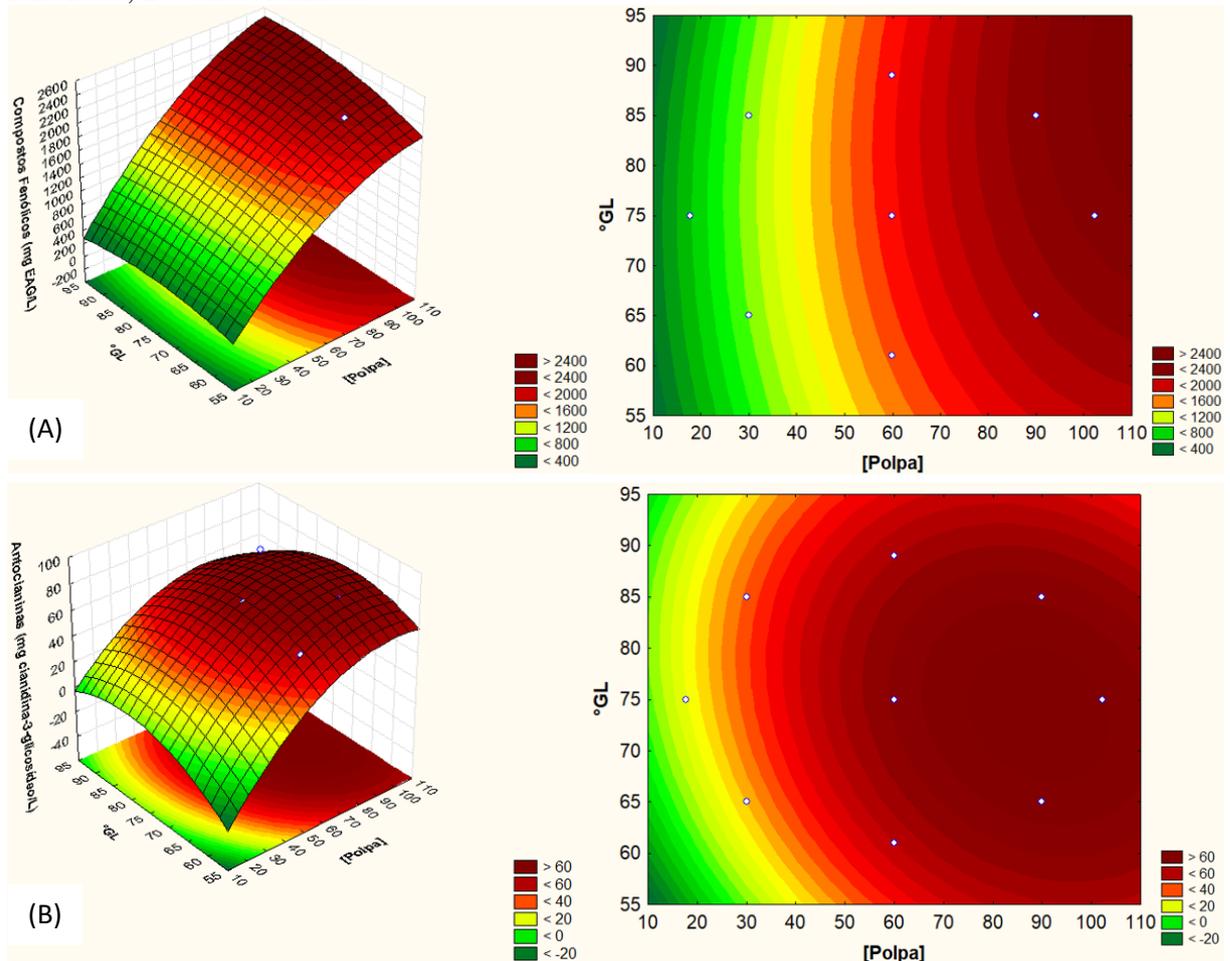
x1: quantidade de fruto (valores codificados);

x2: °GL do álcool de cereais (valores codificados);

*Efeito significativo (p<0,05).

Os modelos obtidos acima, apresentaram condições necessárias (levando em consideração o valor de R² e o F calculado, de cada variável) para que seja possível a construção das superfícies de respostas e curvas de contorno (figura 13).

Figura 13 - Superfícies de resposta e curvas contorno referente ao macerado de framboesa (*Rubus idaeus* L.) obtidas pelos modelos de regressão linear para as variáveis: A - compostos fenólicos; B – antocianinas.



O macerado de framboesa apresentou comportamento similar ao macerado de amora em relação a forte influência do °GL do álcool e da quantidade de fruto em relação às variáveis estudadas. Para este macerado, os compostos fenólicos, apresentaram uma faixa ótima de 70 a 95 °GL e 90 a 110g de fruto. Para o teor de antocianinas, este apresentou uma faixa ótima de 70 a 110g e para o teor alcoólico, 65 a 90°GL.

Por fim, o macerado de morango sofreu uma forte influência do teor alcoólico e da quantidade de frutos, para os teores das variáveis avaliadas. Nas equações (5 e 6), nas quais correspondem aos coeficientes estimados pelo modelo de regressão para as variáveis respostas estudadas (compostos fenólicos e antocianinas).

$$\text{Compostos Fenólicos} = -4655,68 + 17,71x_1 - 0,02x_1^2 + 127,77x_2 - 0,83x_2^2 + 0,03x_1x_2 \quad (5)$$

$$\text{Antocianinas} = -175,699 + 3,090x_1^* - 0,115x_1^{2*} + 3,248x_2 - 0,016x_2^2 - 0,009x_1x_2 \quad (6)$$

Em que:

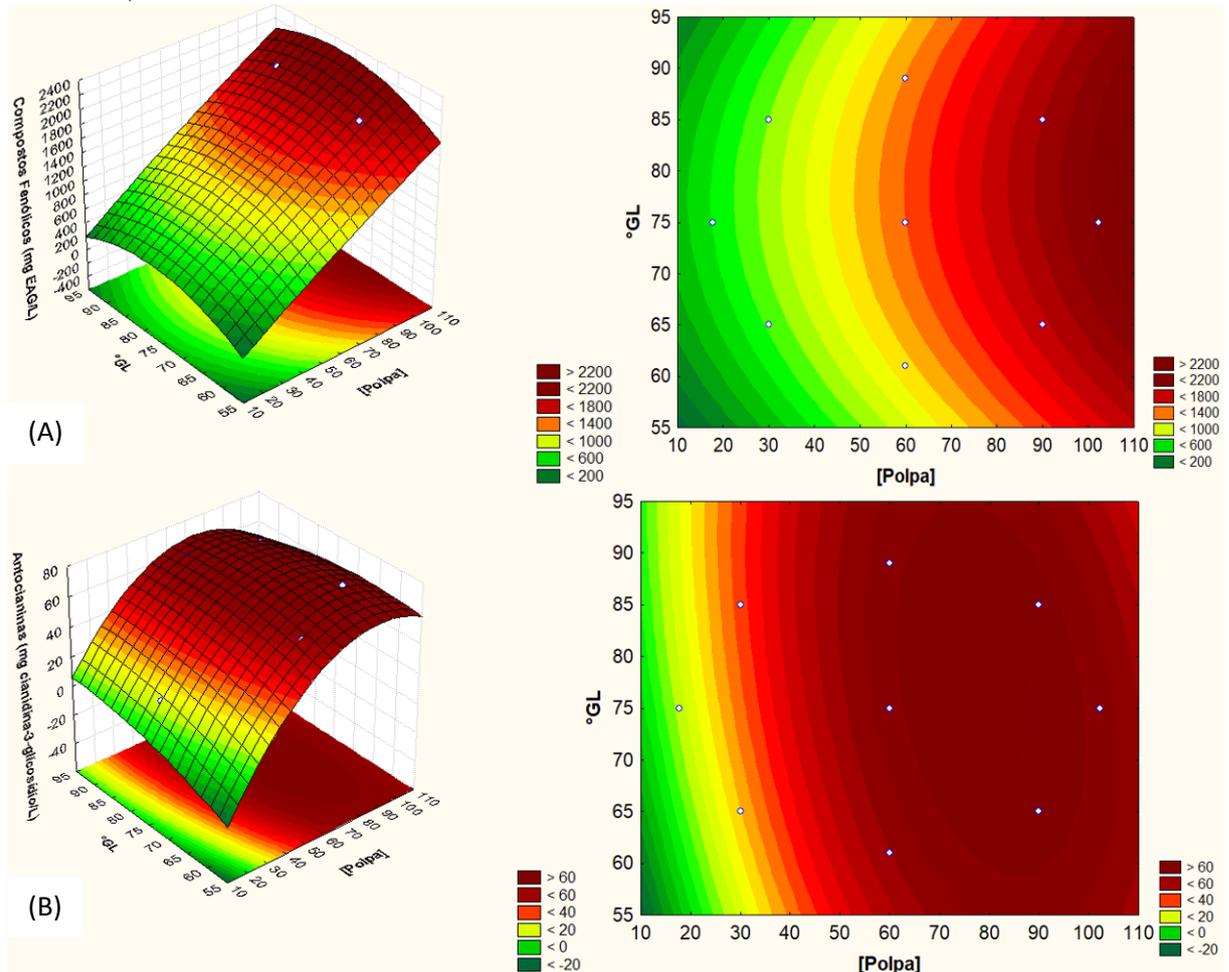
x_1 : quantidade de fruto (valores codificados);

x_2 : °GL do álcool de cereais (valores codificados);

*Efeito significativo ($p < 0,05$).

Com relação aos modelos de regressão, é possível observar que apenas a variável resposta antocianinas apresentou efeito significativo, sendo esses efeitos apresentados de forma linear e quadrática para o parâmetro x_1 (quantidade de fruto utilizada). Além disso, como ocorreu para o macerado de amora, o de morango também apresentou efeito negativo da quantidade de fruta utilizada, para ambas variáveis respostas. Como os modelos acima apresentaram condições necessárias (levando em consideração o valor de R^2 e o F calculado, de cada variável), foi possível obter a construção das superfícies de respostas e curvas de contorno (figura 14).

Figura 14 - Superfícies de resposta e curvas contorno referente ao macerado de morango (*Fragaria vesca*) obtidas pelos modelos de regressão linear para as variáveis: A - compostos fenólicos; B – antocianinas.



Assim como os macerados de amora e framboesa, o de morango (*Fragaria vesca*) também apresentou forte influência no que diz respeito ao teor alcoólico do álcool de cereais e a quantidade de fruto em relação às variáveis estudadas (compostos fenólicos e antocianinas). Apresentando uma faixa ótima de 60 a 95°GL e de 100 a 110g para os compostos fenólicos; e para as antocianinas a faixa ótima foi de 60 a 95°GL e 60 a 100g de fruto.

Como já citado em estudos, a maceração é uma operação unitária que consiste em extrair de um sólido, por meio da adição de um solvente, compostos de interesse, que podem ser considerados ativos, logo, este corpo deve manter-se em contato com o solvente durante um período de tempo (OLIVEIRA, et al., 2014), tendo para a preparação do macerado neste estudo, utilizado como solvente o álcool de cereais e o sólido as frutas (amora, framboesa e morango). Segundo, Venturini Filho (2010), o álcool, para a produção de licor, deve ser um destilado

neutro e possuir uma elevada graduação alcoólica, para que o teor alcoólico não seja reduzido com a adição da fruta, por exemplo. O álcool de cereais e a vodca são os mais utilizados para a produção de licor de fruta.

Através dos resultados apresentados no estudo, no geral, é possível considerar que quanto maior °GL e maior concentração de fruto, maior será a quantidade de compostos fenólicos e antocianinas no macerado, conseqüentemente, mais rico em compostos será o licor produzido.

5 CONCLUSÕES

O tempo necessário para a etapa de maceração para todos os macerados estudados (amora-preta, framboesa e morango) é de 16 dias, sendo que o fruto picado apresentou resultados superiores ao fruto inteiro.

Com relação ao teor alcoólico do álcool de cereais utilizado, este apresentou uma faixa ideal de 60 a 95°GL para os macerados estudados. E com relação a quantidade de fruta utilizada, esta apresentou uma faixa ideal de 60 a 110g para os macerados, ou seja, quanto maior quantidade de fruta utilizada, maior será a composição do macerado, resultando assim em produtos com maiores teores de compostos fenólicos e antocianinas.

6 REFERÊNCIAS

SANTOS, Suzamara. Pequeno livro de destilados: guia para toda hora. Campinas, SP: Verus Editora, 2007.

CARVALHO, R. F. **Produção de licores**. Rede RETEC/BA (Dossiê técnico), abr. 2007.

BRASIL. Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jun. 2009.

TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C.T. da; SARAIVA, S.H.; PEÑA, W.E.L.; SARTORI, M.A. Comparação da cinética de extração em licores de café utilizando diferentes fontes alcoólicas: álcool de cereais e cachaça. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.7, n.12, p.1-15, 2011.

PENHA, E. M. **Manual para fabricação artesanal de licor de acerola**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 17p. 2004.

Almeida, E. L., Lima, L. C., Borges, V. T. N., Martins, R. N., Batalini, C. (2012). Elaboração De Licor De casca de tangerina. *Alimentos e Nutrição*, 259-265.

VENTURINI, Waldemar G. F. **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010.

COELHO, M. I. S.; ALBUQUERQUE, L. K. S.; MASCARENHAS, R. J.; COELHO, M. C. S. C.; SILVA FILHO, E. D. Elaboração de licores de umbu com diferentes alcoóis. **II Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica, João Pessoa, PB, 2007.**

GEOCZE, A.C. **Influência da Preparação do Licor de Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba Vell Berg*) no Teor de Compostos Fenólicos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em ciências de alimentos), Belo Horizonte, MG, 2007.

Oliveira, E. N. A. de; Santos, D. C.; Santos, Y. M. G.; Oliveira, F. A. A. Aproveitamento agroindustrial da graviola (*Annona muricata* L.) para produção de licores: Avaliação sensorial. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.5, p.33-42, 2014.

SOUZA, C. M.; BRAGANÇA, M.G.L. **Agroindústria: processamento artesanal de frutas - licor**. EMATER -MG, 2001.

ADAN, Natalia. **Estrutura demográfica, conhecimento e uso local de guabiroba (*Campomanesia spp.*)**. 2010. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

PEREIRA, M. C. **Avaliação de compostos bioativos em frutos nativos do Rio Grande do Sul**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

WATERHOUSE, A. L. **Polyphenolics: Determination of total phenolics**. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons, 2002.

LEES, D.H., FRANCIS, F J. **Standardization of pigment analyses in cranberries**. *HortScience*, Alexandria, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

BARCIA, M. T.; PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; GODOY, H. T.; ZAMBIAZI, R. **Bioactive compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium cumini*)**. *The Natural Products Journal*, Washington, v. 2, n. 2, p. 129-138, 2012.

STATSOFT INC. **Statistica for windows: release 8.0 A**. Tulsa, 2006. software.

ARTIGO 2

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM LICORES DE FRUTAS VERMELHAS

RESUMO

As frutas vermelhas, ou ainda ‘‘berries’’, vem ganhando destaque dentre as espécies frutíferas, visto que são universalmente reconhecidas como tendo na sua composição química básica determinados componentes que acentuam os atributos sensoriais, além de serem caracterizado pelo seu alto poder antioxidante, conferido pelos compostos fenólicos presente em quantidades relevantes nestas frutas e são utilizadas como matéria-prima, para produção de licores, sendo considerado como tecnologia simples, de fácil execução, que utiliza ingredientes básicos (fruta, álcool, açúcar e água). Dentre as frutas vermelhas, têm-se a amora-preta (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*). Nesse âmbito, objetivou-se avaliar a caracterização físico-química e os compostos bioativos de licores de amora-preta (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.), morango (*Fragaria vesca*) e frutas vermelhas. Os licores foram processados com diferentes concentrações de açúcar: 90g/L e 200g/L. As análises realizadas foram: pH, acidez titulável, sólidos solúveis, coloração, densidade relativa, teor alcoólico, açúcares totais, vitamina C, compostos fenólicos (Fast Blue), antocianinas e atividade antioxidante através de diferentes metodologias (ABTS, FRAP e DPPH). O delineamento estatístico foi disposto por um fatorial simples (4 x 2), representado por quatro diferentes tipos de licores; duas diferentes concentrações de açúcar. As médias foram avaliadas através do teste de Scott-Knott, a 5% e ainda foi realizado a análise de PCA. Dentre os licores produzidos, o licor de morango apresentou maiores médias de pH em ambas concentrações de açúcar (3,63 e 3,64, respectivamente) e conseqüentemente apresentaram menores médias de acidez titulável (1,47 e 1,43 % ácido cítrico) em relação aos demais. Com relação aos açúcares totais e teor alcoólico, todos os licores produzidos estão de acordo com a legislação brasileira, na qual apresentou licores com 122,72 a 289,10 g de açúcar/L de licor, sendo assim classificados como licores finos, e para o teor alcólico, obteve-se de 15,10 à 18,17°GL. Com relação a coloração dos licores de frutas, todos os parâmetros avaliados apresentaram diferenças estatísticas, exceto para cromaticidade, sendo que de acordo com os resultados, observou-se que os licores de morangos em ambas concentrações de açúcar apresentou coloração avermelhada mais clara que os demais, ocorrendo o oposto para os licores de amora (em ambas concentrações de açúcar) no qual apresentaram coloração vermelho mais forte. Para o teor de vitamina C, o licor de morango (200 g açúcar/L de licor) apresentou maior teor em relação aos demais (429,10 mg/L). Sendo assim, os licores produzidos podem ser considerados fontes de compostos bioativos, em destaque o licor de amora, no qual apresentou maiores teores de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante em relação aos demais. Logo, torna-se relevante, o processamento de licores de frutas vermelhas como contribuição para novos produtos alimentícios ricos em compostos bioativos.

PALAVRAS-CHAVE: bebida alcoólica, Rosácea, atividade antioxidante, compostos fenólicos.

ABSTRACT

Red fruits, or berries, have been gaining prominence among the fruit species, since they are universally recognized as having in their basic chemical composition certain components that accentuate the sensorial attributes, besides being characterized by their high antioxidant power, and is used as raw material for the production of liqueurs. It is considered as a simple, easy-to-use technology that uses basic ingredients (fruit, alcohol, sugar and water). Among the red fruits are blackberry (*Morus nigra* L.), raspberry (*Rubus idaeus* L.) and strawberry (*Fragaria vesca*). The objective of this study was to evaluate the physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry (*Morus nigra* L.), raspberry (*Rubus idaeus* L.), strawberry (*Fragaria vesca*) and red fruits liqueurs. The liquors were processed with different sugar concentrations: 90g / L and 200g / L. The analyzes were: pH, titratable acidity, soluble solids, staining, relative density, alcohol content, total sugars, vitamin C, phenolic compounds (Fast Blue), anthocyanins and antioxidant activity through different methodologies (ABTS, FRAP and DPPH). The statistical design was arranged by a simple factorial (4 x 2), represented by four different types of liquors; two different concentrations of sugar. The means were evaluated through the Scott-Knott test, at 5%, and the PCA analysis was also performed. Among the liquors produced, the strawberry liquor presented higher pH averages in both sugar concentrations (3.63 and 3.64, respectively) and consequently presented lower averages of titratable acidity (1.47 and 1.43% citric acid) in relation to the others. With respect to total sugars and alcoholic content, all the liquors produced are in accordance with Brazilian legislation, in which it presented liqueurs with 122.72 to 289.10 g of sugar / L of liqueur and were thus classified as fine liqueurs, and the alcoholic content was obtained from 15.10 to 18.17 ° GL. Regarding the coloring of the fruit liqueurs, all the evaluated parameters presented statistical differences, except for chromaticity, being that according to the results, it was observed that the liquors of strawberries in both sugar concentrations presented a reddish coloration lighter than the others, the opposite occurring for blackberry liqueurs (in both sugar concentrations) in which they presented stronger red coloration. For the vitamin C content, the strawberry liquor (200 g sugar / L of liquor) presented higher content in relation to the others (429.10 mg / L). Therefore, the produced liquors can be considered as sources of bioactive compounds, in highlight the mulberry liquor, in which it presented higher levels of phenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity in relation to the others. Therefore, the processing of red fruit liqueurs as a contribution to new food products rich in bioactive compounds becomes relevant.

KEY WORDS: alcoholic beverage, Rosácea, antioxidant activity, phenolic compounds.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a preocupação com a saúde vem ganhando cada vez mais destaque, visto que a população busca uma dieta rica em compostos que são benéficos à saúde humana. Sendo assim, as frutas são excelentes fontes de nutrientes, como vitamina C, compostos antioxidantes, entre outros, nos quais auxiliam na prevenção de doenças, além de outros componentes com propriedades funcionais. Estudos recentes relacionam a ingestão de frutas e hortaliças que tenham propriedades antioxidantes com a diminuição do risco de desenvolvimento de algumas doenças crônico-degenerativas (SILVA et. al., 2004; WICKLUND et al., 2005).

Os compostos bioativos são decorrentes do metabolismo secundário das plantas, constituídos majoritariamente por ácidos fenólicos, ligninas, flavonoides, antocianinas, ácido ascórbico e carotenoides (CARBONE et al., 2011). Esses tipos de compostos, vêm ganhando destaque devido ao potencial de proteção e prevenção de diversas doenças, decorrentes da sua capacidade de manterem a homeostase celular e, por consequência, prevenirem doenças crônico-degenerativas (CHEN et al., 2012; OLESZEK, 2002; WOLFE; WU; LIU, 2003).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas, sintetizados a partir do ácido chiquímico e do ácido malônico (SHAHIDI; NACZK, 2003; DEY et al., 2016), além de desempenhar funções na coloração e flavor dos frutos, contribuindo para a adstringência, acidez e sabor amargo dos mesmos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Compostos fenólicos contribuem na redução de riscos para doenças degenerativas, e seus efeitos sobre a saúde humana têm sido atribuídos principalmente à sua atividade antioxidante (MACHADO, PASQUEL-REÁTEGUI, BARBERO, & MARTÍNEZ, 2015; SARIBURUN, ŞAHIN, DEMIR, TÜRK BEN, & UYLAŞER, 2010).

As frutas, especialmente as vermelhas e azuis-escuras vem sendo alvo de vários estudos por serem excelentes fontes de compostos bioativos (CARLSEN et. al., 2010; PANTELIDIS et. al., 2007), dentre elas temos a amora-preta, framboesa e morango. As frutas vermelhas, conhecida como “berries”, são alimentos bastante ricos em micronutrientes essenciais e compostos bioativos e devem fazer parte de uma dieta balanceada (BASU et. al., 2010). São caracterizadas pela presença de altas concentrações de uma variedade de compostos bioativos, incluindo antocianinas, compostos fenólicos, ácidos orgânicos, taninos e flavonóides (SZAJDEK & BOROWSKA, 2008; ZOZIO, DOMINIQUE, & DORNIER, 2011; MARO, PIO, GUEDES, ABREU, & CURI, 2013). Estes frutos estão sendo cada vez mais apreciados

pelos consumidores por terem elevada qualidade sensorial e valor nutritivo (GIOVANELLI; LIMBO; BURATTI, 2014).

Entretanto, esses tipos de frutos possuem características de serem delicados, apresentando perda de firmeza e aparecimento de podridões em poucos dias após a colheita, o que compromete o seu tempo de vida útil (BARBIERI; VIZZOTTO, 2012; GIOVANELLI; LIMBO; BURATTI, 2014; HORNEDO-ORTEGA et al., 2016). Para reduzir essas perdas, faz-se necessário o processamento das mesmas em sucos, doces, polpas, licores, entre outros. Além da redução das perdas, o processamento agrega valor as frutas, e ainda aumenta a vida útil das mesmas.

A produção de licores é uma maneira simples de se aproveitar as frutas fora do padrão de qualidade do consumidor. O preparo de licores de frutas está baseado na maceração alcoólica de frutas ou na destilação de macerados aromáticos com base de frutas. Sua qualidade depende não só da mistura adequada dos ingredientes, mas principalmente do processo de preparação (PENHA, 2004). Sendo que, os licores de frutas, devido à presença de frutas em sua composição, apresentam grandes quantidades de compostos fenólicos que por sua vez são de grande interesse por possuírem atividade antioxidante e possível efeito anticancerígeno (GEÖCZE, 2007).

Segundo a legislação, licor é definido como uma bebida com graduação alcoólica de 15 a 54 %, em volume, a 20°C, com percentual de açúcar superior a 30 g/L. Este pode ser elaborado com álcool etílico potável ou destilado alcoólico simples, ambos de origem agrícola, bebida alcoólica ou mistura desses produtos. O licor será denominado, de acordo com a quantidade de açúcar, podendo ser licor seco (30 a 100 g/L), fino ou doce (100 a 350 g/L), creme (mais de 350 g/L), escarchado ou cristalizado (açúcar na proporção de saturação). Sendo que licor de frutas é uma bebida alcoólica preparada sem processo fermentativo e seus principais componentes naturais são as frutas (BRASIL, 2009).

Desta maneira, devido à escassez de referências sobre a caracterização de licores de frutas vermelhas, este trabalho objetivou-se o processamento de licores de: amora-preta, morango, framboesa e frutas vermelhas, com diferentes concentrações de xarope de açúcar utilizado, e suas respectivas caracterizações físico-químicas, com foco em compostos bioativos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matéria prima e preparação das amostras

Foram utilizados como ingredientes: amora (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*); álcool de cereais; açúcar e água. As frutas foram adquiridas no município de Lavras e cidades próximas, encaminhadas para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Universidade Federal de Lavras. Os morangos foram devidamente lavados, sanitizados e congelados; para a amora e framboesa, estas foram adquiridas lavadas, ensacadas e congeladas. O álcool de cereais foi obtido na Universidade Federal de Lavras. Para o xarope, este foi processado utilizando açúcar e água potável, adquiridos no comércio de Lavras, sul de Minas Gerais.

2.2 Elaboração do licor

Para o processamento dos licores, foram utilizadas as respectivas frutas (amora, morango e framboesa), açúcar (xarope de açúcar refinado em diferentes concentrações), álcool de cereais e água. Inicialmente, as frutas foram pesadas em erlenmeyers envoltos com papel alumínio, já que a luz afeta diretamente nos compostos bioativos. Posteriormente, foram adicionados o álcool à 75°GL nas frutas para a etapa de maceração alcoólica, onde o extrato alcoólico foi obtido a partir do contato do fruto com solução hidroalcoólica, sendo os erlenmeyers tampados e devidamente vedados, por 16 dias, em ambiente escuro. Após a maceração, realizou-se a filtração, sendo o extrato alcoólico filtrado em algodão. O xarope foi preparado com a adição de água potável e acrescido o açúcar na proporção de 1:1 até dissolução completa. O xarope (em temperatura ambiente, para evitar a perda de álcool por evaporação) foi adicionado ao filtrado (em diferentes concentrações, nas quais foram devidamente testadas). Após a adição do xarope, o licor foi homogeneizado e deixado em repouso à temperatura ambiente, a fim de incorporar o açúcar ao álcool. Os licores elaborados foram engarrafados em recipientes de vidro âmbar, vedados, e armazenados na escuridão em temperatura ambiente, no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), na UFLA, Lavras, MG, nos quais permaneceram em repouso por 30 dias, para assim serem caracterizados através das análises. Segue abaixo o fluxograma referente ao preparo dos licores e as respectivas formulações.

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de licor de frutas.



Visando adequar formulações dos licores após a maceração, a fim de obter um licor com teor alcoólico de 18°GL, utilizou-se a equação 1 para determinar as quantidades necessárias de xarope e água utilizadas nos licores, como mostrado na tabela 1.

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

C1: teor alcoólico do líquido macerado (°GL)

V1: volume do líquido macerado (mL)

C2: teor alcoólico desejado (°GL)

V2: volume final de licor (mL)

Tabela 1 - Formulação dos licores.

Licor	Fruta (g)	Álcool de cereais 75°GL (mL)	Concentração de açúcar (g/L)	Vol. xarope (mL)	Vol. de água (mL)
Amora (Tratamento 1)	1240	1240	90	83,8	189,9
Amora (Tratamento 2)	1240	1240	200	186,1	87,5
Framboesa (Tratamento 1)	1240	1240	90	93,4	228,9
Framboesa (Tratamento 2)	1240	1240	200	207,6	114,7
Morango (Tratamento 1)	1240	1240	90	125,0	356,2
Morango (Tratamento 2)	1240	1240	200	277,8	203,4
Mix de frutas vermelhas (Tratamento 1)	1240	1240	90	83,6	180,8
Mix de frutas vermelhas (Tratamento 2)	1240	1240	200	185,8	78,8

*Tratamento 1: 90g açúcar/L de licor ; Tratamento 2: 200 g açúcar/L de licor.

2.3 Delineamento Experimental

Foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto por um fatorial simples (4 x 2), representado por quatro diferentes tipos de licores; duas diferentes concentrações de açúcar.

2.4 Análises realizadas

2.4.1 pH e acidez titulável

O pH dos licores foi determinado utilizando-se pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Analytical Chemists (2016). A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, utilizando-

se, como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

2.4.2 Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis dos licores, foram determinados por refratometria, utilizando refratômetro digital, previamente calibrado com água destilada. Os resultados foram expressos em °Brix, conforme método da AOAC (2016).

2.4.3 Coloração

A coloração foi determinada nos licores, em três pontos distintos, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE $L^*a^*b^*e$ as variáveis cromaticidade e ângulo hue.

2.4.4 Teor alcoólico

Foi determinado utilizando-se a metodologia de grau alcoólico real segundo o IAL, sendo os resultados expressos em % em volume (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

2.4.5 Densidade

Foi determinada utilizando-se densímetro, segundo IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

2.4.6 Açúcares Totais

A determinação dos açúcares totais dos licores foi realizada utilizando-se o método de Dische (1962), lido em espectrofotômetro, a 620 nm. Os resultados foram expressos em (g/L).

2.4.7 Vitamina C

A determinação de vitamina C foi através do método colorimétrico, utilizando 2,4 dinitrofenil-hidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/L de licor.

2.4.8 Teor de fenólicos totais

O teor de fenólicos totais, foi determinado pelo método Fast Blue, segundo Medina (2011), 4 mL de licor foi adicionados em tubos de ensaio, com mais 0,4 mL de solução Fast

Blue 0,01% e 0,4 mL de NaOH 5%. Após uma hora de repouso, em ambiente escuro, foram realizadas as leituras, em espectrofotômetro, a 420 nm. O padrão utilizado, foi o ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg equivalente ácido gálico por litro de licor (EAG/L).

2.4.9 Antocianinas Totais

O teor de antocianinas totais, foi determinado através do método do pH diferencial (GIUSTI; WROSLTAD, 2001). Sendo que o licor é adicionado em dois sistema-tampão: cloreto de potássio pH 1,0 (0,025M) e acetato de sódio pH 4,5 (0,4M). Para o extrato, foram adicionados 2 mL de licor em 18 mL de etanol 50% acidificado com HCl (0,1%). Para a determinação do teor de antocianinas totais, 1,5 mL do extrato foi adicionado a 2,5 mL de solução tampão pH=1 e 1,5 mL do extrato foi adicionado a solução tampão pH=4,5. Posterior as amostras foram deixadas em repouso por 30 minutos em ambiente escuro. Após o repouso, as leituras das absorvâncias foram realizadas a 510 nm e 700 nm. A absorvância foi calculada a partir da equação:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}1,0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}4,5}$$

A concentração de pigmentos no extrato foi calculada e representada em cianidina-3-glicosídeo (PM=449,2), através da fórmula:

$$\text{Antocianinas (mg. L}^{-1}\text{)} = (A \times \text{PM} \times \text{FD} \times 1000) / (\epsilon \times 1)$$

Onde,

A= absorvância;

FD = fator de diluição (FD = volume final da solução / volume da amostra);

ϵ = absorvância molar (22900).

Os resultados foram expressos em miligramas cianidina-3-glicosídeo por litro de licor.

2.4.10 Capacidade Antioxidante

Existem diversas metodologias para determinação da capacidade antioxidante em alimentos, sendo que de acordo com Sucupira et al., (2012), tais metodologias, diferem em relação ao princípio do método, que basicamente pode ser dividido em métodos baseados na captura dos radicais livres e métodos baseados na determinação de oxidação de uma molécula

alvo. Contudo, segundo a literatura, recomenda-se que sejam utilizadas, duas ou mais metodologias distintas para determinação da capacidade antioxidante em um alimento, visto que nenhum ensaio usado isoladamente para determinar a capacidade antioxidante irá refletir exatamente a capacidade antioxidante total de uma amostra (PRIOR, 1999; CHOI et al., 2002).

Sendo assim, neste trabalho foram utilizados três métodos para a determinação da capacidade antioxidante dos licores, sendo elas: DPPH, ABTS e FRAP.

2.4.10.1 DPPH

Este método, se baseia na redução do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila – DPPH, por um agente antioxidante, a difenil-picril-hidrazina. O resultado é observado, espectrofotometricamente, pela mudança da coloração violeta, característica do radical DPPH, a coloração amarela, característica da difenil-picril-hidrazina, o que pode ser notado pelo decréscimo da absorvância (BORGES et al., 2011; ALVES et al., 2010). Para a determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH dos licores, foi utilizada a metodologia descrita por Rufino et al. (2007b). Os resultados foram expressos EC50 em g de amostra g⁻¹ de DPPH.

2.4.10.2 ABTS

O método do ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline- 6-sulfonic acid) diammonium salt) é baseado na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS^{●+}. Sendo, esta captura observada espectrofotometricamente por uma diminuição na absorvância (a coloração verde-escura, característica do radical ABTS, é convertida a uma forma de coloração verde mais claro ou então incolor), que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante, em diferentes concentrações, sendo representadas graficamente (PÉREZJIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006). A determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS^{*+} dos licores, foi realizada segundo a metodologia descrita por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) adaptada por Rufino et al. (2007a). Os resultados foram expressos em μmol de trolox g⁻¹ de amostra.

2.4.10.3 FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Neste método, conhecido também por Poder Antioxidante de Redução de Ferros, o complexo férrico-tripiridiltriazina (FeIII-TPZ) é reduzido ao complexo ferroso (FeII-TPZ), na presença de um antioxidante e em condições ácidas. O complexo formado por esta reação possui uma coloração azul intensa, com absorção máxima a 593 nm (BENZIE & STRAIN, 1996). A determinação da atividade antioxidante pelo método de Redução do Ferro (FRAP)

dos licores foi feita segundo metodologia proposta por Rufino et al. (2006). Os resultados foram expressos em μM sulfato ferroso g^{-1} de amostra.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada com auxílio do programa estatístico SISVAR 4.3 (FERREIRA, 1999). Após a análise de variância dos resultados obtidos, foi observado o nível de significância do teste F. As médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, tendo como variáveis respostas a caracterização física, físico-química e química, com ênfase ‘em compostos bioativos. A análise de componentes principais (PCA) foi realizada no programa Sensomaker (NUNES; PINHEIRO, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização físico-química

Os valores médios para as variáveis pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares totais e teor alcoólico dos licores de frutas, estão presentes na tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização físico-química de licores de frutas amora-preta, framboesa, morango e frutas vermelhas.

Licor	pH	Acidez Titulável (% ác. cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Açúcares Totais (g/L)	Teor Alcoólico
Amora T1	3,41 e	4,37 c	18,4 e	122,72 e	18,17 a
Amora T2	3,46 d	4,44 c	31,9 a	274,81 b	17,73 b
Framboesa T1	3,47 d	3,61 d	18,2 e	155,74 d	15,10 g
Framboesa T2	3,49 c	3,67 d	31,2 b	289,10 a	15,10 g
Morango T1	3,63 a	1,47 e	16,0 f	158,74 d	15,50 d
Morango T2	3,64 a	1,43 e	29,3 c	251,62 c	15,30 f
Frutas Vermelhas T1	3,53 b	4,97 a	18,8 d	126,11 e	16,30 c
Frutas Vermelhas T2	3,53 b	4,82 b	31,3 b	280,00 b	15,40 e

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

*T1: tratamento 1 – 90g açúcar/L de licor; T2: tratamento 2 – 200g açúcar/L de licor.

De acordo com os dados apresentados na tabela acima, é possível observar que todos os parâmetros apresentaram diferença significativa entre os licores estudados. Para o pH, os licores de morango, em ambos os tratamentos (1 e 2), estes apresentaram maiores médias e conseqüentemente menores médias de acidez titulável, visto que estes parâmetros são inversamente proporcionais. De acordo com o estudo realizado por Penha (2001), para o licor de acerola foi encontrado um pH de 3,66, valor próximo ao encontrado nos licores estudados acima, já Teixeira (2005) encontrou pH de 4,78 em licor de banana e ainda para os licores comerciais de kiwi foi encontrado um pH de 3,30. Essa variação é decorrente da diferença da composição da matéria-prima utilizada para o processamento do licor, visto que é da fruta que se consegue a extração dos componentes químicos e sensoriais do licor produzido.

Para o parâmetro acidez titulável, o licor de frutas vermelhas (tratamento 1) apresentou maior média em relação aos demais tratamentos. De acordo com Geocze (2007), a acidez titulável dos licores tem origem nas frutas e nas diferentes metodologias de extração dos seus componentes aromáticos.

Quanto ao teor de sólidos solúveis encontrado nos licores, o licor de amora (tratamento 2) obteve maior média e o licor de morango (tratamento 1) apresentou menor média. É possível

notar que os tratamentos com 90g açúcar/L de licor ao comparar com os tratamentos com 200g açúcar/L de licor, estes obtiveram menor valor de °Brix, devido ao fato de que os tratamentos com 200 g açúcar/L de licor possuem um maior teor de sólidos solúveis. Para os açúcares totais, o licor de framboesa (tratamento 2) apresentou maior média em relação aos demais. A concentração de açúcares totais encontrada nos licores estudados, estão de acordo com a legislação brasileira, visto que é permitido no mínimo de 30g de açúcar por litro de licor, e ainda os licores estão caracterizados como licor fino, visto que esta denominação de licor, é para bebida que contém mais de cem e no máximo trezentos e cinquenta gramas de açúcar por litro (BRASIL, 2009).

Todos os licores de frutas produzidos apresentaram teor alcóolico dentro do permitido pela legislação brasileira, no qual, licor é definido como uma bebida com graduação alcoólica de 15 a 54 % (BRASIL, 2009). Sendo que o licor de amora, no tratamento 1, apresentou valor superior e os licores de framboesa em ambos os tratamentos apresentaram médias inferiores aos demais. Neste estudo, buscou-se desenvolver licores com graduação alcoólica de 18° GL, porém apenas os licores de amora em ambos os tratamentos, chegaram próximo do previsto. Isso poderia ser justificado pelo teor de água presente em cada fruto.

A coloração dos licores de frutas produzidos, foram avaliados com base nas variáveis L, a*, cromaticidade e ângulo hue, nos quais seus valores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Coloração dos licores de frutas amora-preta, framboesa, morango e frutas vermelhas.

LICOR	L	a*	Croma	°hue
Amora T1	31,65 e	13,99 a	16,28 a	30,81 e
Amora T2	33,37 d	15,86 a	18,17 a	29,31e
Framboesa T1	37,99 b	14,04 a	17,17 a	35,19 c
Framboesa T2	39,15 a	12,56 a	15,07 a	33,59 d
Morango T1	40,29 a	8,35 b	17,45 a	61,67 a
Morango T2	39,03 a	9,19 b	17,34 a	57,99 b
Frutas vermelhas T1	35,24 c	14,44 a	17,90 a	35,88 c
Frutas vermelhas T2	36,89 b	13,85 a	17,12 a	35,33 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

T1: tratamento 1 – 90g açúcar/L de licor; T2: tratamento 2 – 200g açúcar/L de licor.

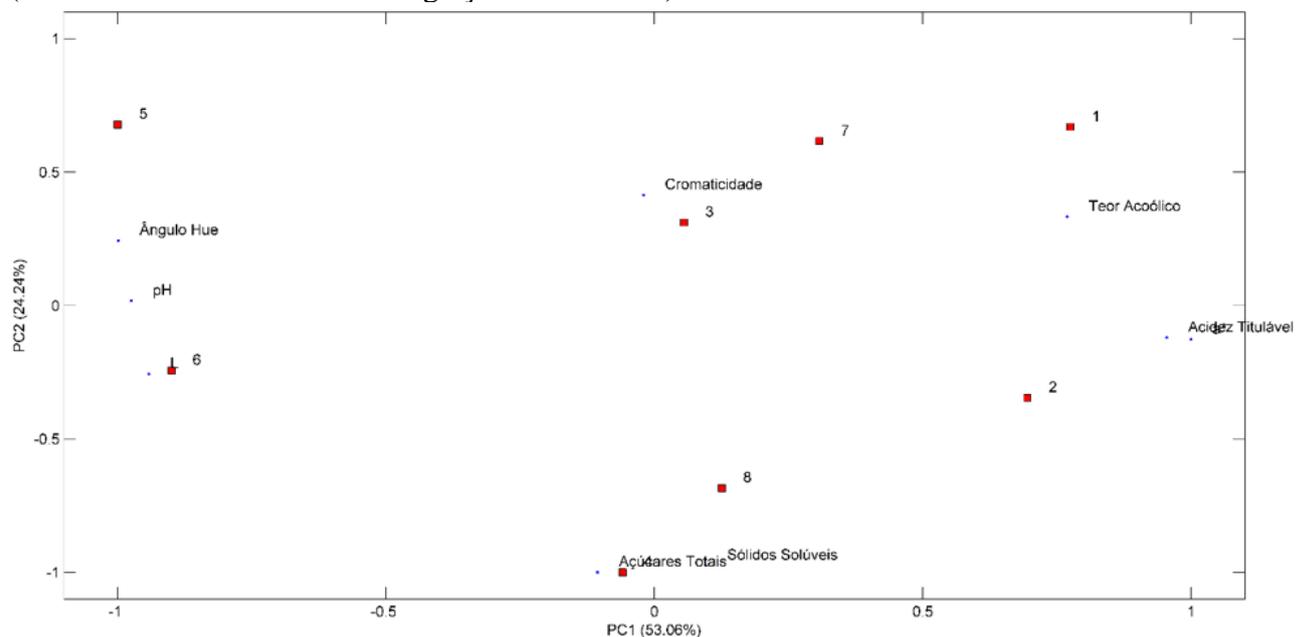
Em relação a coloração dos licores, os parâmetros avaliados, L, no qual está relacionado com a claridade do produto, indica o quanto clara ou escura é a amostra (varia de 0 a 100); valor

a*, componente que varia do verde-vermelho; cromaticidade no qual está relacionada com a intensidade da coloração no licor; e ainda o ângulo hue, que se relaciona com a tonalidade do produto.

Sendo assim, todos os parâmetros de coloração avaliados para os licores apresentaram diferença estatística entre eles, exceto para a cromaticidade. Com relação ao valor L, os licores de framboesa (tratamento 2) e ambos os licores de morango, estes apresentaram médias superiores aos restantes dos licores, enquanto o licor de amora (tratamento 1) apresentou menor valor. Para a variável a*, os licores de morangos, em ambas concentrações de xaropes, apresentaram menor valores em relação aos demais. Isso poderia ser relacionado com a formulação dos licores, onde no licor de morango foi adicionado maior quantidade de água e conseqüentemente, este apresentou aparência mais diluída, ficando assim com uma coloração avermelhada mais clara que os demais. Para o ângulo hue, o licor de amora (em ambos tratamentos) apresentou menores valores em relação ao restante dos licores, apresentando estes coloração vermelho mais forte.

Para ajudar na compreensão dos comportamentos dos diferentes licores estudados em relação aos parâmetros físico-químicos avaliados, foi feita uma análise de componentes principais (PCA), mostrado na figura 2.

Figura 2 - Análise de Componentes Principais de diferentes licores de frutas em relação à parâmetros físico-químicos. Tratamentos: 1 (Licor de amora - 90g açúcar/L de licor); 2 (Licor de amora - 200g açúcar/L de licor); 3 (Licor de framboesa - 90g açúcar/L de licor); 4 (Licor de framboesa - 200g açúcar/L de licor); 5 (Licor de morango - 90g açúcar/L de licor); 6 (Licor de morango - 200g açúcar/L de licor); 7 (Licor de frutas vermelhas - 90g açúcar/L de licor); 8 (Licor de frutas vermelhas - 200g açúcar/L de licor).



Os componentes principais 1 e 2 (PC1 e PC2) explicam juntos, 77,3% da variância total dos dados. De acordo com a Figura 2, os tratamentos 1 e 2 tenderam aos maiores valores de teor alcoólico, acidez titulável e valor a^* , e ao mesmo tempo encontram-se lados opostos dos parâmetros ângulo hue, valor a^* e pH, nos quais os tratamentos que pertencem a esse grupo de parâmetros é o 5 e 6, que sugere que estes licores possuem uma coloração mais escura. Com relação as variáveis pH e acidez titulável, esse comportamento já era esperado, visto que estas variáveis são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior pH menor acidez titulável terá o licor. Com isso, é possível observar que os licores de amora (em ambas as concentrações de açúcar) são mais ácidos, com coloração mais avermelhada e ainda possuem um teor alcoólico maior em relação aos demais licores. Os tratamentos 4 e 8, tenderam para as variáveis açúcares totais e sólidos solúveis, podendo ser considerados como os licores (framboesa 200g/L de açúcar e frutas vermelhas 200g/L de açúcar, respectivamente) mais doces em relação aos demais. Por fim, para a variável cromaticidade na qual se relaciona com a intensidade de cor do produto, os tratamentos 3 e 7 tenderam a direção desta variável.

3.2 Compostos Bioativos

Na tabela 4 são apresentados os resultados referentes a vitamina C, compostos fenólicos, capacidade antioxidante e antocininas, dos licores de frutas.

Tabela 4 - Compostos Bioativos dos licores de licores de frutas amora-preta, framboesa, morango e frutas vermelhas.

LICOR	Vitamin a C (mg/L)	Fast Blue (mgEAG/ L)	ABTS (μ M Trolox/g)	FRAP (μ M S.Ferroso /g)	DPPH (EC50 mg/g)	Antocianinas (mg cianidina-3- glicosídeo/L)
Amora T1	133,97 f	1114,71 a	173,66 a	203,15 a	6023,33 g	39,45 a
Amora T2	194,63 d	1129,78 a	171,82 a	201,94 a	6569,87 f	40,20 a
Framboesa T1	162,12 e	435,23 f	95,49 b	121,54 c	10561,67 d	10,57 c
Framboesa T2	284,72 b	457,59 e	95,93 b	133,11 c	10976,67 c	10,71 c
Morango T1	209,96 c	539,84 d	91,78 c	66,17 d	20363,33 b	8,60 d
Morango T2	492,10 a	534,33 d	89,85 c	70,18 d	21020,00 a	9,00 d
Frutas vermelhas T1	75,36 g	835,51 c	53,74 d	155,13 b	6952,22 e	10,45b
Frutas vermelhas T2	159,15e	861,11 b	53,50 d	155,73 b	7152,22 e	20,74 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

*T1: tratamento 1 – 90g açúcar/L de licor; T2: tratamento 2 – 200g açúcar/L de licor.

De acordo com a tabela acima, é possível observar que houve diferença estatística entre os teores de compostos dos licores, em todas as variáveis de compostos bioativos avaliadas. Para a vitamina C, o licor de morango (Tratamento 2) apresentou valor superior aos demais, enquanto o licor de frutas vermelhas (Tratamento 1) se mostrou com menor valor.

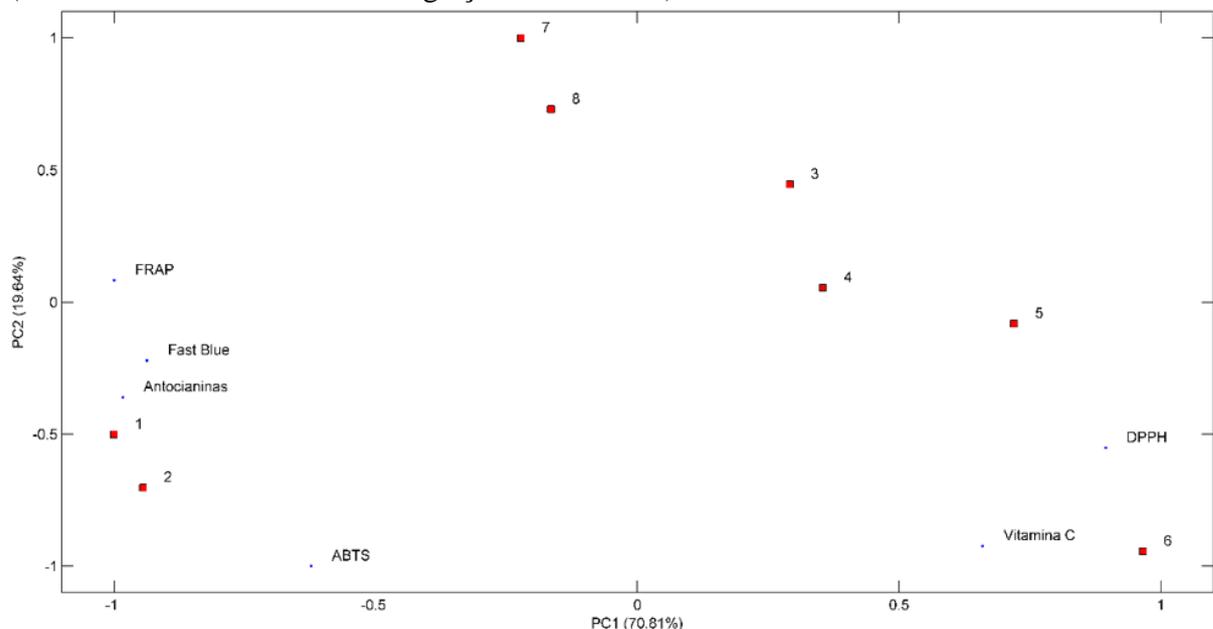
Com relação aos compostos fenólicos e atividade antioxidante dos licores, é possível observar que essas variáveis não são afetadas pelas diferentes concentrações de açúcar utilizadas. Os licores de amora (tratamento 1 e 2) apresentaram médias maiores em relação aos demais licores nas variáveis avaliadas: compostos fenólicos, antocianinas e ainda nas atividades antioxidantes pelo método ABTS e FRAP e apresentando menores médias para a variável DPPH. Vale ressaltar, que para a metodologia de DPPH, os resultados foram expressos com base no EC50. O EC50 está relacionado com o quanto de produto necessário para inibir em 50% a atividade do radical DPPH, sendo assim este possui um comportamento inverso à capacidade antioxidante do produto, ou seja, quanto menor o valor EC50, maior será sua atividade antioxidante (SOUSA et al., 2007). Logo, os licores de amora (em ambas

concentrações de açúcar) apresentou menores valor de EC50 e conseqüentemente, apresentaram maior capacidade antioxidante em relação aos outros licores de frutas.

Para esses licores, o alto teor de compostos fenólicos coincidiu com sua alta capacidade antioxidante nos métodos de ABTS, FRAP, DPPH e ainda no teor de antocianinas, demonstrando assim a relação direta dos compostos fenólicos com o poder antioxidante. Sellappan et al.; (2002) afirma que o alto conteúdo de fenóis totais pode ser explicado, devido ao fato desta quantificação ser uma estimativa do conteúdo de todas as subclasses de compostos fenólicos presentes nas amostras, abrangendo flavonóides, antocianinas e compostos fenólicos não flavonoides. Sendo que os compostos fenólicos são incluídos na categoria de interruptores de radicais livres, sendo muito eficientes na prevenção da autoxidação (SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDARA, 1992).

Para melhor visualização e compreensão da relação dos compostos bioativos com os diferentes licores de frutas produzidos, foi realizada a análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 3).

Figura 3 - Análise de Componentes Principais de diferentes licores de frutas em relação aos compostos bioativos. Tratamentos: 1 (Licor de amora - 90g açúcar/L de licor); 2 (Licor de amora - 200g açúcar/L de licor); 3 (Licor de framboesa - 90g açúcar/L de licor); 4 (Licor de framboesa - 200g açúcar/L de licor); 5 (Licor de morango - 90g açúcar/L de licor); 6 (Licor de morango - 200g açúcar/L de licor); 7 (Licor de frutas vermelhas - 90g açúcar/L de licor); 8 (Licor de frutas vermelhas - 200g açúcar/L de licor).



Os componentes principais 1 e 2 (PC1 e PC2) explicam juntos, 90,45% da variância total dos dados, sendo que o componente principal (PC1) explica 70,81% da variância total,

logo este foi considerado para a discussão dos resultados. No geral, a figura acima, é dividida em dois grupos de variáveis visíveis (direita e esquerda). Do lado direito, é possível observar que os tratamentos 5 e 6 apresentam maiores teores de vitamina C e DPPH, lembrando que o resultado de DPPH é dado em EC50, logo quanto maior valor, menor a capacidade antioxidante do licor (SOUSA et al., 2007). E com relação ao lado esquerdo da figura, é possível observar que os tratamentos 1 e 2 (licor de amora com 90g/L de açúcar e 200 g/L de açúcar, respectivamente) se caracterizam pelas variáveis compostos fenólicos (Fast Blue), atividade antioxidante (ABTS e FRAP) e antocianinas. Isso indica que os licores de amora (em ambas concentrações de açúcar) possuem maior valores de compostos fenólicos, capacidade antioxidante e teor de antocianinas, e conseqüentemente pode ser considerado como o licor mais rico em compostos bioativos em relação aos demais licores de frutas avaliados.

4 CONCLUSÕES

Os licores de amora, morango, framboesa e frutas vermelhas apresentaram diferenças significativas entre si para as variáveis físicas e físico-químicas, em relação às diferentes concentrações de açúcar utilizadas no processamento dos licores.

Através dos resultados obtidos, os licores de frutas estudados são considerados fontes de compostos bioativos, uma vez que apresentaram alto teor de compostos fenólicos, e conseqüentemente elevada capacidade antioxidante. Com relação aos licores estudados, o licor de amora apresentou maiores médias de compostos bioativos.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, C. Q. et al. **Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos**. Química Nova, São Paulo, v. 33, n.10, p.2202-2210, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 20.ed. Washington: AOAC, 3000p, 2016.

BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M. **Pequenas frutas ou frutas vermelhas**. Informe Agropecuário, v. 33, n. 268, p. 7–10, 2012.

BASU, A.; RHONE, M.; LYONS, T. J. **Berries: emerging impact on cardiovascular health**. Nutr. Rev. 68, 168–177, 2010.

BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. **The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the frap assay**. Analytical Biochemistry, v.239, p.70-76, 1996.

- BORGES, G. S. C.; V., F. G. K. ; COPETTI, C.; GONZAGA, L.V. ; ZAMBIAZI, R.; FILHO, J. ; FETT, R. **Chemical characterization, bioactive compounds and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil.** Food Research International, p. 1- 12, 2011.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity.** Food Science and Technology Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jun. 2009.
- CARBONE, K. et al. **Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage.** Food Chemistry, v. 127, n. 2, p. 493–500, 2011.
- CARLSEN, M. H. et al. **The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide.** Nutrition Journal, London, v. 9, n. 3, p. 1-11, 2010.
- CHEN, C. S. et al. **Effects of fruit bagging on the contents of phenolic compounds in the peel and flesh of “Golden Delicious”, “Red Delicious”, and “Royal Gala” apples.** Scientia Horticulturae, v. 142, p. 68–73, 2012.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2º ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CHOI, C. W. et al. **Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison.** Plant Science, v. 163, n. 6, p. 1161-1168, 2002.
- DEY, T. B.; CHAKRABORTY, S.; JAIN, K. K.; SHARMA, A.; KUHAD, R. C. **Antioxidant phenolics and their microbial production by submerged and solid state fermentation process: A review.** Trends in Food Science e Technology, Cambridge, v.53, p. 60-74, 2016.
- DISCHE, Z. General color reaction. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Ed.). **Carbohydrates chemistry:** volume 1. New York: Academic Press, 1962. p. 477-512.
- FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0.** In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos, SP. Resumos... São Carlos: UFSCar, p. 235, 2000.
- GEÖCZE, A. C. **Influência da preparação do licor de jaboticaba (*Myrciaria Jaboticaba Vell berg*) no teor de compostos fenólicos.** 2007. 14 p. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.
- GIOVANELLI, G.; LIMBO, S.; BURATTI, S. **Effects of new packaging solutions on physico-chemical, nutritional and aromatic characteristics of red raspberries (*Rubus***

idaeus L.) in postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 98, p. 72–81, 2014.

GIUST, 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 e Sons, 2001.

HORNEDO-ORTEGA, R. et al. **Influence of storage conditions on the anthocyanin profile and colour of an innovative beverage elaborated by gluconic fermentation of strawberry.** *Journal of Functional Foods*, v. 23, p. 198–209, 2016.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Análises de alimentos: Procedimentos e Determinações gerais.** cap. IV. São Paulo, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 2.ed. São Paulo, 1985. 371 p.

MACHADO, A. P. F., PASQUEL-REÁTEGUI, J. L., BARBERO, G. F. e MARTÍNEZ, J. **Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from blackberry (*Rubus fruticosus* L.) residues: a comparison with conventional methods.** *Food Research International*, Campinas, v. 77, n. 3, p. 675-683, 2015.

MARO, L. A. C., PIO, R., GUEDES, M. N. S., ABREU, C. M. P., & CURI, P. N. **Bioactive compounds, antioxidant activity and mineral composition of fruits of raspberry cultivars grown in subtropical areas in Brazil.** *Fruits*, 68(3), 209-217, 2013.

MEDINA, M.B. **Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method.** *Journal of functional foods*, v.3, p.79 –87, 2011.

NUNES, C.A; PINHEIRO, A.C.M. **SensoMaker**, version 1.0. UFLA, Lavras, 2012.

OLESZEK, W. **Dietary phytochemicals and human health.** *Dietary phytochemicals and human health*, v. 1, p. 163 – 166, 2002.

PANTELIDIS, G. E. et al. **Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries.** *Food Chemistry*, v. 102, n. 3, p. 777–783, 2007.

PENHA, E. M. 15. **Manual para fabricação artesanal de licor de acerola.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004. 17p.

PENHA, E. M.; BRAGA, N. C. A. S; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C; MODESTA, R. C. D.; FREITAS, S. C. **Utilização do retentado da ultrafiltração do suco de acerola na elaboração de licor.** B. CEPPA, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 267 - 276, jul/dez.2001.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. **Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays.** *Food Research International*, v. 39, n. 7, p. 791-800, 2006.

PRIOR, R. L.; CAO, G. **In vitro total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods.** Free Radic Biol Med. v. 27, p. 1173 – 81, 1999.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; FILHO, J. M.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP).** Comunicado Técnico Embrapa. ISSN: 1679-6535, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R.E.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.** Fortaleza, CE: Embrapa Comunicado Técnico, “Não paginado”, 2007b.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R.E.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS.+.** Fortaleza, CE: Embrapa Comunicado Técnico, “Não paginado”, 2007a.

SARIBURUN, E., ŞAHİN, S., DEMİR, C., TÜRK BEN, C., & UYLAŞER, V. **Phenolic content and antioxidant activity of raspberry and blackberry cultivars.** Journal of Food Science, 75(4), 328–335, 2010.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C.; KREWER, G. **Phenolic compounds and antioxidant capacity of georgia-grown blueberries and blackberries.** Journal of Agricultural and Food Chem., Washington, v. 50, n. 8, p. 2432-2438, 2002.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. **Phenolic antioxidants.** Rev. Food Science Nutr., Curitiba, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals.** 2. ed. Boca Raton: CRC press, 576 p., 2003.

SILVA, B. M.; ANDRADE, P. B.; VALENTAO, P.; FERRERES, F.; SEBRA, R. M.; FERREIRA, M. **Quince (Cydonia oblonga Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity.** Journal of Agriculture and Food Chemistry, Easton, n. 52, p.4705-4712. 2004.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA, G.M.; AYRES, M.C.C; COSTA, C.S; ARAÚJO, D.S. **Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais.** Química Nova, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

STROHECKER RL, HENNING HM. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados.** Madri: Paz Montalvo; 1967. 428p.

SUCUPIRA, N. R. et al. **Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos.** Científica Ciência Biológica Saúde, v. 14, n. 4, p. 263 - 269, 2012.

SZAJDEK, A., & BOROWSKA, E. J. **Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: Review.** Plant Foods for Human Nutrition, 63(4), 147-156, 2008.

TEIXEIRA, LUCIANO J. Q; RAMOS, AFONSO M; CHAVES, JOSE B. P; SILVA, PAULO H. A; STRINGHETA, PAULO C. **Avaliação Tecnológica da extração alcoólica no processamento de licor de banana.** BOLETIM CEPA, Curitiba, v.23, n.2, p.329-346, 2005.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H. J.; MARTINSEN, B. K.; SUNDFOR, M. W.; LEA, P.; BRUUN, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. **Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions.** LWT – Food Sci. Technol. 38(4):387-391, 2005.

WOLFE, K.; WU, X.; LIU, R. H. **Antioxidant activity of apple peels.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51, n. 3, p. 609–614, 2003.

ZOZIO, S., DOMINIQUE, P., & DORNIER, M. **Evaluation of anthocyanin stability during storage of a coloured drink made from extracts of the Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.), açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and black carrot (*Daucus carota* L.).** Fruits, 66(3), 203-215, 2011.

ARTIGO 3

ANÁLISE SENSORIAL DE LICORES DE FRUTAS VERMELHAS

RESUMO

O consumo de frutas vem aumentando nos dias de hoje, visto que a procura por alimentos ricos em compostos químicos que favorecem a saúde humana vem aumentando cada vez mais. As frutas vermelhas, vem ganhando destaque, visto que além de serem fontes de compostos bioativos, apresentam características organolépticas peculiares e atrativas, e conseqüentemente com ótima aceitação sensorial, porém são consideravelmente perecíveis, ocorrendo perdas pós-colheitas. Sendo assim, uma maneira de reduzir essas perdas, é o processamento das mesmas, garantindo assim sua conservação e ainda agregando valor às frutas. Uma das maneiras de processamento, é a produção de licores, sendo esta considerada como simples, fácil execução, e que ainda consegue extrair os compostos químicos e sensoriais das frutas, resultando em um produto rico em compostos químicos e atrativos sensoriais. Objetivou-se com este trabalho, o processamento de licores de amora-preta (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.), morango (*Fragaria vesca*) e frutas vermelhas e avaliação sensorial dos mesmos. Os licores foram processados com diferentes concentrações de açúcar: 90g/L e 200g/L, sendo analisados por 53 provadores, sendo estes, alunos de pós-graduação, técnicos e servidores públicos, através de testes de aceitação e intenção de compra. As médias foram avaliadas pelo teste de Scott-Knott a 5%, e ainda foi realizado o mapa de preferência, com o auxílio do SensoMaker. Para o teste de aceitação, este foi do tipo afetivo, onde as variáveis avaliadas foram: cor, aroma, sabor, doçura e impressão global. Através dos resultados obtidos, observou-se que houve diferença significativa entre os licores produzidos nas variáveis avaliadas, exceto para o aroma. Para impressão global e intenção de compra, os licores com maiores médias foram amora, framboesa, morango e frutas vermelhas, todos com 200g/L de açúcar. E através do mapa de preferência, foi possível observar que licor de frutas vermelhas e o licor de framboesa, ambos com 200 g/L açúcar obtiveram maior aceitação, lembrando que os outros licores produzidos não foram rejeitados pelos provadores, visto que apresentaram médias na região de incerteza.

PALAVRAS-CHAVE: aceitação, bebida alcoólica, amora-preta, morango, framboesa.

ABSTRACT

The consumption of fruit is increasing today, as the demand for foods rich in chemical compounds that favor human supremacy has been increasing. The red fruits have been gaining prominence, since besides being sources of bioactive compounds, they present peculiar and attractive organoleptic characteristics, and consequently with great sensorial acceptance, but they are considerably perishable, occurring post-harvest losses. Therefore, one way to reduce these losses is to process them, thus guaranteeing their conservation and adding value to the fruits. One of the ways of processing is the production of liqueurs, which is considered as simple, easy to perform, and can still extract chemical and sensory compounds from fruits, resulting in a product rich in chemical compounds and sensory attractions. The objective of this work was the processing of blackberry (*Morus nigra* L.), raspberry (*Rubus idaeus* L.), strawberry (*Fragaria vesca*) and red fruits and sensorial evaluation of them. The liquors were processed with different sugar concentrations: 90g / L and 200g / L, being analyzed by 53 tasters, being these postgraduate students, technicians and public servants, through tests of acceptance and intention to purchase. The averages were evaluated by the Scott-Knott test at 5%, and the preference map was also performed with the aid of SensoMaker. For the acceptance test, this was of affective type, where the evaluated variables were: color, aroma, flavor, sweetness and overall impression. Through the obtained results, it was observed that there was a significant difference between the liquors produced in the evaluated variables, except for the aroma. For overall impression and purchase intent, the highest liquors were blackberry, raspberry, strawberry and red fruits, all with 200g / L of sugar. And through the preference map, it was possible to observe that red fruit liqueur and raspberry liqueur, both with 200 g / L sugar, obtained greater acceptance, noting that the other liqueurs produced were not rejected by the tasters, since they presented averages in the region of uncertainty.

KEY WORDS: acceptance, alcoholic beverage, blackberry, strawberry, raspberry.

1 INTRODUÇÃO

As frutas são importantes em uma dieta balanceada, visto que estas possuem nutrientes nos quais são benéficos a saúde, como a vitamina C, fibras, e ainda compostos com elevada capacidade antioxidante. Segundo Kaume et al., (2012), os frutos são excelentes fontes de compostos fenólicos, considerados agentes eficazes para proteção contra doenças degenerativas, como doenças cardiovasculares e câncer. Estudos recentes relacionam a ingestão de frutas e verduras que tenham propriedades antioxidantes com a diminuição do risco de desenvolvimento de algumas doenças crônico-degenerativas (SILVA et al., 2014; WICKLUND et al., 2005).

Dentre as espécies frutíferas existentes, o grupo das frutas vermelhas, conhecidas como “berries” ou ainda “pequenas frutas”, vem se destacando devido ao alto teor de compostos fenólicos, dentre eles a antocianinas. Atualmente, pesquisadores, produtores e consumidores demonstram grande interesse nas pequenas frutas pois estas apresentam, além de nutrientes básicos e essenciais, como minerais e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica (HIRSCH et al., 2012).

Esse grupo de frutas pertence a família Rosaceae, dentre as frutas presente neste grupo temos amora (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*), são deliciosas frutas que podem ser consumidas frescas ou na forma de produtos como doces, sucos e licores, devido a sua alta perecibilidade. Estes frutos estão sendo cada vez mais apreciados pelos consumidores por terem elevada qualidade sensorial e valor nutritivo (GIOVANELLI; LIMBO; BURATTI, 2014).

São universalmente reconhecidos como tendo na sua composição química básica determinados componentes que acentuam o seu sabor, o aroma frutado e diversas propriedades biológicas que são apreciadas por diferentes sociedades em todo o mundo. Os frutos vermelhos variam entre a cor vermelha para o azul ou preto. São uma boa fonte de vitaminas e minerais e têm diversas composições fitoquímicas que relacionam a satisfação e a saúde do consumidor (BEATTIE et al., 2005). Sendo assim, os consumidores, comerciantes e produtores familiares vêm tendo maior interesse nestes frutos, em virtude de seus aspectos sensoriais, nutricionais e funcionais (PAGOT et al., 2003).

Dentre as maneiras de se reduzir as perdas desse fruto devido à sua baixa vida útil, é através do processamento, agregando valor às frutas, aumentando sua vida útil através da conservação. Além disso, gera um produto rico em nutrientes devido aos aspectos nutricionais e sensoriais provenientes das frutas vermelhas. Uma das alternativas, seria o processamento de

licor de frutas vermelhas, no qual exige tecnologia simples e o produto final é comercializado à temperatura ambiente, evitando assim, a onerosa cadeia do frio, e apresenta extensa vida de prateleira. Além de agregar valor a produção e aumentar a renda da família rural (LYNCH & MULVIHILL, 1997 e TEIXEIRA et al., 2005).

De acordo com a legislação brasileira, Brasil (2009), licor é a bebida elaborada com álcool etílico potável ou destilado alcoólico simples, com graduação alcoólica entre de 15 a 54% em volume, a 20 graus Celsius, e um teor de açúcar superior a 30 gramas por litro, adicionada de extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, substâncias aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos permitidos pela legislação vigente. Licor de frutas é uma bebida alcoólica preparada sem processo fermentativo e seus principais componentes naturais são as frutas. Os licores de frutas, devido à presença de frutas em sua composição, apresentam grandes quantidades de compostos fenólicos que por sua vez são de grande interesse por possuírem atividade antioxidante e possível efeito anticancerígeno (GEÖCZE, 2007). Sobretudo, os licores além de possuírem rica composição química, estes devem possuir qualidade sensorial, ou seja, serem aceitos sensorialmente, levando em consideração seus atributos organolépticos.

Diante do exposto, a tecnologia na elaboração de licor ricos em compostos fenólicos e conseqüentemente alta capacidade antioxidante, e sua caracterização sensorial torna-se relevante, como contribuição para novos produtos alimentícios derivados de diferentes espécies frutíferas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi elaborar e avaliar sensorialmente os licores de amora (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*) e frutas vermelhas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matéria prima e preparação das amostras

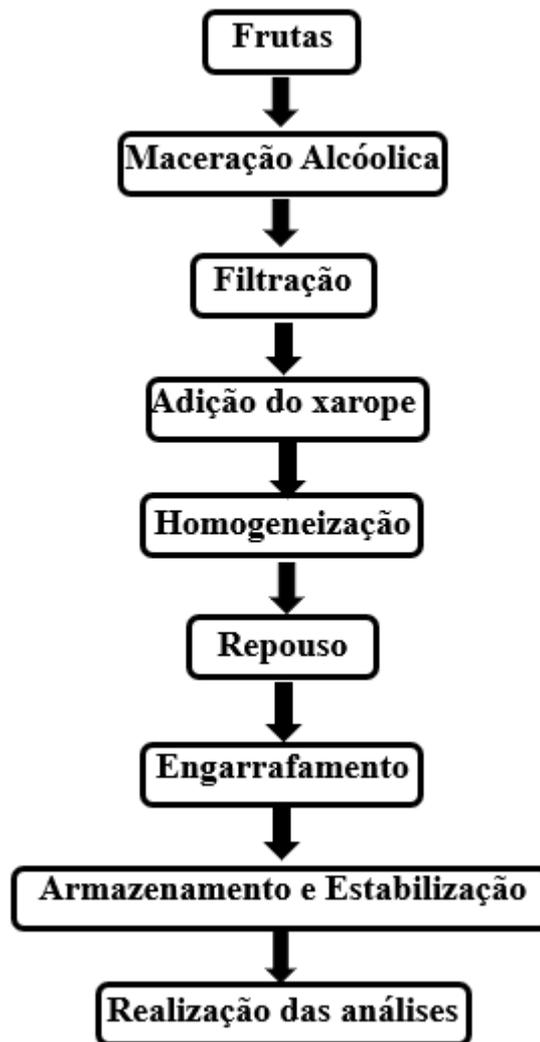
Foram utilizados como ingredientes: amora (*Morus nigra* L.), framboesa (*Rubus idaeus* L.) e morango (*Fragaria vesca*); álcool de cereais; açúcar e água. As frutas foram adquiridas no município de Lavras e cidades próximas, sendo essas levadas para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Universidade Federal de Lavras. Os morangos foram devidamente lavados, sanitizados e congelados; para a amora e framboesa, estas foram adquiridas lavadas, ensacadas e congeladas. O álcool de cereais foi obtido na Universidade

Federal de Lavras. Para o xarope, este foi processado utilizando açúcar e água potável, adquiridos no comércio de Lavras, sul de Minas Gerais.

2.2 Elaboração do licor

Para o processamento dos licores, foram utilizadas as respectivas frutas (amora, morango e framboesa), açúcar (xarope de açúcar refinado em diferentes concentrações), álcool de cereais e água. Inicialmente, as frutas foram pesadas em erlenmeyers envolto com papel alumínio. Posteriormente, foram adicionados o álcool à 75°GL nas frutas para a etapa de maceração alcoólica, onde o extrato alcoólico foi obtido a partir do contato do fruto com solução hidroalcoólica, sendo os erlenmeyers tampados e devidamente vedados, por 16 dias, em ambiente escuro. Após a maceração, realizou-se a filtração, sendo o extrato alcoólico filtrado em algodão. O xarope foi preparado com a adição de água potável e acrescido o açúcar na proporção de 1:1 até dissolução completa. O xarope (em temperatura ambiente, para evitar a perda de álcool por evaporação) foi adicionado ao filtrado (em diferentes concentrações, nas quais foram devidamente testadas). Após a adição do xarope, o licor foi homogeneizado e deixado em repouso à temperatura ambiente, a fim de incorporar o açúcar ao álcool. Os licores elaborados foram engarrafados em recipientes de vidro âmbar, vedados, e armazenados na escuridão a temperatura ambiente, no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), na UFLA, Lavras, MG, nos quais permaneceram em repouso por 30 dias, para assim serem caracterizados através das análises. Segue abaixo o fluxograma referente ao preparo dos licores e as respectivas formulações.

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de licor de frutas.



Para se ter a formulação dos licores, após a etapa de maceração, a fim de obter um licor com teor alcoólico de 18°GL, utilizou-se a equação 1 para determinar as quantidades necessárias de xarope e água utilizadas nos licores, como mostrado na tabela 1.

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

C1: teor alcoólico do líquido macerado (°GL)

V1: volume do líquido macerado (mL)

C2: teor alcoólico desejado (°GL)

V2: volume final de licor (mL)

Tabela 1 - Formulação dos licores.

Licor	Fruta (g)	Álcool de cereais 75°GL (mL)	Concentração de açúcar (g/L)	Vol. xarope (mL)	Vol. de água (mL)
Amora (Tratamento 1)	1240	1240	90	83,8	189,9
Amora (Tratamento 2)	1240	1240	200	186,1	87,5
Framboesa (Tratamento 1)	1240	1240	90	93,4	228,9
Framboesa (Tratamento 2)	1240	1240	200	207,6	114,7
Morango (Tratamento 1)	1240	1240	90	125,0	356,2
Morango (Tratamento 2)	1240	1240	200	277,8	203,4
Mix de frutas vermelhas (Tratamento 1)	1240	1240	90	83,6	180,8
Mix de frutas vermelhas (Tratamento 2)	1240	1240	200	185,8	78,8

*Tratamento 1: 90g açúcar/L de licor; Tratamento 2: 200 g açúcar/L de licor.

2.3 Análises realizadas

Foi realizado o teste de aceitação e intenção de compra, no laboratório de análise sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA. As amostras foram avaliadas por 54 provadores não treinados maiores de 18 anos, sendo alunos da pós-graduação, técnicos e servidores. Para a realização da análise sensorial, o trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sendo aprovado sob o número CAAE: 86910318.6.0000.5148. Os testes sensoriais foram conduzidos em cabines individuais, realizadas em duas etapas. A primeira etapa os provadores receberam 4 amostras (duas amostras de dois tratamentos) em um dia, posterior em outro dia o procedimento foi repetido, com as 4 amostras restantes, a fim do provador conseguir avaliar os 8 tratamentos. Sendo que cada provador recebeu aproximadamente 7 mL de cada amostra de licor. As amostras foram servidas em copos descartáveis de fundo branco, codificados. Para o teste de aceitação, este foi do tipo afetivo, onde os provadores expressaram sua aceitação seguindo a escala hedônica estruturada, que varia gradativamente entre os atributos “desgostei extremamente” e “gostei extremamente” (MIMIM, 2010) em relação a: cor, aroma, sabor, doçura, e impressão global. Para o teste de

intenção de compra, utilizou-se uma escala estruturada de cinco pontos, variando entre 5 igual a “certamente compraria o produto” e 1 igual a “certamente não compraria o produto”.

2.4 Análise Estatística

Foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto por um fatorial simples (4 x 2), representado por quatro diferentes tipos de licores; duas diferentes concentrações de açúcar. A estatística realizada dos resultados do teste sensorial foi por meio da análise de variância (ANOVA) a 95% de confiança, para verificar se existia diferença significativa entre os tratamentos. As médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 4.3 (FERREIRA, 1999). Além deste teste, através dos resultados obtidos, foi feito o mapa de preferência com auxílio do programa SensoMaker (NUNES; PINHEIRO, 2012).

3 RESULTADOS

Os valores médios referentes à análise sensorial dos licores de frutas vermelhas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros avaliados pela análise sensorial dos licores de frutas vermelhas.

Licor	Aparência	Aroma	Sabor	Doçura	Impressão Global	Intenção de Compra
Amora (Tratamento 1)	7,96 a	6,87 a	5,49 c	5,62 b	6,04 b	2,77 b
Amora (Tratamento 2)	8,02 a	6,94 a	6,49 b	6,70 a	6,92 a	3,68 a
Framboesa (Tratamento 1)	7,06 c	6,98 a	5,96 b	6,25 b	6,23 b	3,06 b
Framboesa (Tratamento 2)	7,09 c	7,08 a	7,21 a	7,13 a	7,17 a	3,72 a
Morango (Tratamento 1)	7,02 c	6,79 a	6,36 b	6,79 a	6,62 b	3,26 b
Morango (Tratamento 2)	6,91 c	7,04 a	7,28 a	7,25 a	7,32 a	3,96 a
Frutas Vermelhas (Tratamento 1)	7,62 b	7,06 a	6,19 b	6,09 b	6,47 b	3,17 b
Frutas Vermelhas (Tratamento 2)	7,55 b	7,13 a	7,28 a	7,23 a	7,30 a	3,89 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Tratamento 1: 90g açúcar/L de licor; Tratamento 2: 200g açúcar/L de licor.

Com base nos resultados obtidos na análise sensorial dos licores de frutas vermelhas, observou-se que não houve diferença significativa para o parâmetro aroma dentre os diferentes licores (Tabela 2).

Quanto a aparência, houve diferença estatística entre os licores, sendo os dois tratamentos de licor de amora apresentou maiores médias (tratamento 1:7,96 e tratamento 2:8,02). Já para os licores de framboesa e morango, em ambas as concentrações de açúcar, estes apresentaram menores médias em relação aos outros, mas mesmo com essas médias estes não foram rejeitados pelos provadores, visto que seus valores estão entre 6,9 e 7,09. Isso pode ser justificado, pelo fato de que de acordo com a formulação dos licores, os licores de framboesa e morango apresentaram maior quantidade de água adicionada, deixando assim o licor final com consistência mais diluída, e conseqüentemente afetando negativamente nota dos provadores.

Para o parâmetro sabor, os licores apresentaram diferença significativa entre si, visto que o licor de amora (tratamento 1) apresentou menor média (5,49) em relação aos demais, visto que de acordo com as notas, este valor fica na região de dúvida, incerteza (5-6) mas de

fato não é rejeitado pelos provadores. Os licores de framboesa, morango e frutas vermelhas, ambos no tratamento 2, apresentaram maior aceitação pelos provadores.

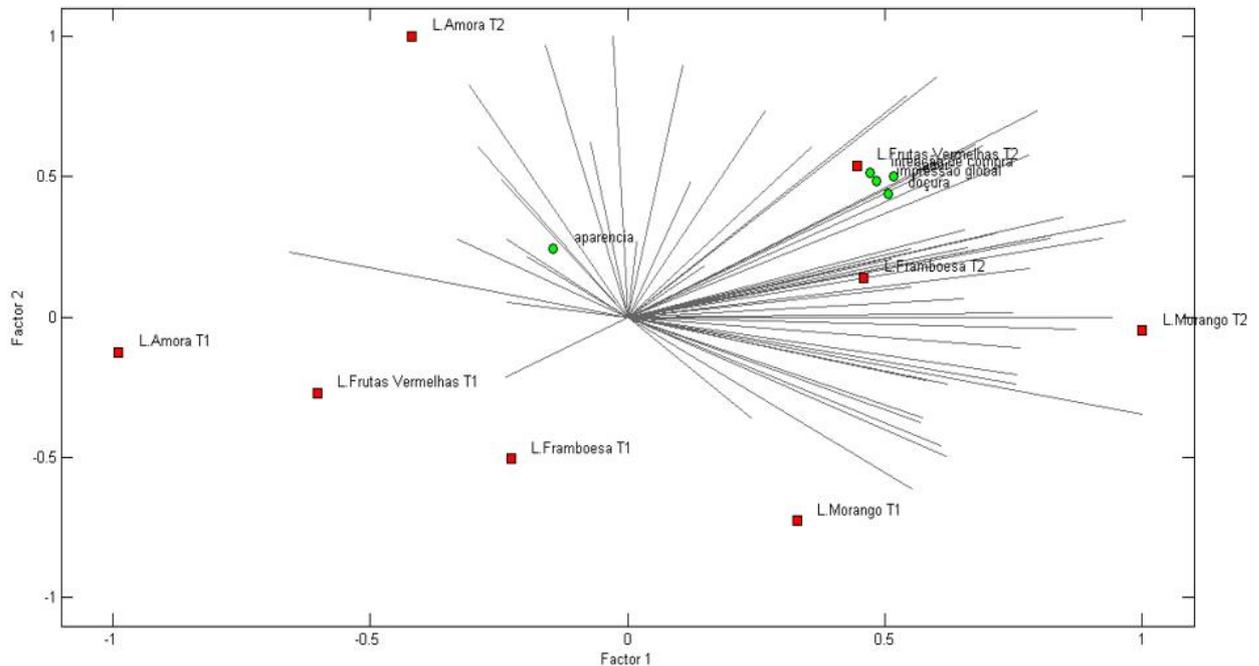
Com relação a doçura, houve diferença significativa onde os licores de amora (tratamento 1), framboesa (tratamento 2), morango (ambos os tratamentos) e por fim o de frutas vermelhas (tratamento 2), estes apresentaram maiores médias em relação aos outros sabores de licores. Sendo que o restante dos licores, não foram rejeitados pelos provadores, sendo que eles apresentaram médias entre 5,62 a 6,25, sendo esta uma região de dúvida/aceitação.

Para a impressão global, este parâmetro avalia o produto como um todo, ou seja, é levado em consideração todas as características sensoriais. Sendo assim, de acordo com os resultados mostrados na tabela acima, houve diferença significativa para os licores, em que os licores de amora, framboesa, morango e frutas vermelhas, ambos no tratamento 2, apresentaram maiores médias em relação aos demais. O mesmo ocorreu para o parâmetro intenção de compra, onde esses licores apresentaram maiores médias em relação aos demais. É possível considerar que, entre os licores com maiores médias, o licor de amora (tratamento 2), se destacou nos parâmetros de aparência, doçura, apresentando menor média apenas no sabor, o que justifica este licor se destacar na impressão global e ainda na intenção de compra.

Já para o parâmetro intenção de compra, as notas dos licores variaram de 2,77 a 3,89. Isso mostra que de acordo com a escala utilizada, essas notas entram na faixa de indecisão do consumidor (4- provavelmente compraria; 3- não sei), ou seja, há uma certa tendência de compra, e conseqüentemente as amostras não foram rejeitadas. Isso se relaciona com as tendências de compras, sendo que para se comprar um produto, além das características sensoriais levadas em consideração pelo consumidor, existe outros valores que influenciam na hora da decisão de compra, como por exemplo, embalagem, poder aquisitivo, posição do produto na prateleira, benefícios à saúde que o produto oferece, entre outros.

Na figura abaixo, é apresentado o mapa de preferência dos licores de frutas vermelhas.

Figura 2 - Mapa de preferencia dos licores de frutas vermelhas.



*Tratamento 1: 90g de açúcar/L de licor; Tratamento 2: 200 g açúcar/L de licor.

A partir da figura 2, podemos observar que no geral, o mapa de preferência foi dividido em dois grupos de amostras visíveis, direito e esquerdo. Para as amostras presentes no lado direito, estas apresentaram maior preferência em todos os atributos avaliados. É importante ressaltar que, estes licores presentes do lado esquerdo (apresentam menos vetores), foram menos aceitos, porém não foram rejeitados pelos provadores, visto que suas respectivas notas referentes aos parâmetros avaliados, foram maiores que 6, e conseqüentemente estas amostras foram aceitas sensorialmente. Logo, é possível observar que o licor de frutas vermelhas e o licor de framboesa, ambos com 200 g açúcar/L de licor (tratamento 2) estes obtiveram maior aceitação, onde há maior presença de vetores neles presentes nos parâmetros avaliados.

4 CONCLUSÕES

De acordo com a análise sensorial, nenhum dos licores avaliados, foram rejeitados pelos provadores. Com relação aos parâmetros de impressão global e intenção de compra, estes apresentaram maiores médias para os licores de amora, framboesa, morango e frutas vermelhas, ambos com 200g açúcar/L de licor. Através do mapa de preferência, este mostrou que os licores mais aceitos foram os licores de frutas vermelhas e framboesa, ambos com 200 g açúcar/L de licor.

5 REFERÊNCIAS

BEATTIE, J., CROZIER, A., DUTHIE, G. **Potential Health Benefits of Berries**. *Current Nutrition & Food Science*, 1, 71-86, 2005.

BRASIL. **Decreto n. 6871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jun. 2009.

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0**. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos, SP. Resumos... São Carlos: UFSCar, p. 235, 2000.

GEÖCZE, A. C. **Influência da preparação do licor de jaboticaba (Myrciaria Jaboticaba Vell berg) no teor de compostos fenólicos**. 2007. 14 p. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

GIOVANELLI, G.; LIMBO, S.; BURATTI, S. **Effects of new packaging solutions on physico-chemical, nutritional and aromatic characteristics of red raspberries (Rubus idaeus L.) in postharvest storage**. *Postharvest Biology and Technology*, v. 98, p. 72–81, 2014.

HIRSCH, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B. **Physicochemical characterization of blackberry from the Southern Region of Brazil**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.5, p.942-947, mai, 2012.

KAUME, L., HOWARD, L.R., DEVAREDDY, L. **The blackberry fruit: a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits**. *J. Agr. Food Chem.* 60: 5716-5727, 2012.

LYNCH, A.G; MULVIHILL, D.M. **Effect of sodium caseinate on the stability of cream liqueurs**. Department of Food Chemistry. University College Cork. Republic of Ireland. 1997.

MIMIM, V. **Análise Sensorial. Estudos com consumidores**. 2ª Edição: p. 50-110. 2010.

NUNES, C.A; PINHEIRO, A.C.M. **SensoMaker**, version 1.0. UFLA, Lavras, 2012.

PAGOT, E.; HOFFMANN A. **Produção de pequenas frutas**. In: Seminário Brasileiro Pequenas Frutas, 1. Anais... Vacaria: Embrapa Uva e Vinho. p. 9-17, 2003.

SILVA, B. M.; ANDRADE, P. B.; VALENTAO, P.; FERRERES, F.; SEBRA, R. M.; FERREIRA, M. **Quince (Cydonia oblonga Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity**. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Easton, n. 52, p.4705-4712. 2004.

TEIXEIRA, L. J. Q.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P.; SILVA, P. H. A.; STRINGHETA, P. C. **Avaliação Tecnológica da extração alcoólica no processamento de licor de banana**. *BOLETIM CEPA*, Curitiba, v.23, n.2, p.329-346, 2005.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H. J.; MARTINSEN, B. K.; SUNDFOR, M. W.; LEA, P.; BRUUN, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. **Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions**. *LWT – Food Sci. Technol.* 38(4):387-391, 2005.