



CYNARA DOS SANTOS CARVALHO

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA MISTA A BASE DE
ÁGUA DE COCO E SUCO DE FRUTAS VERMELHAS**

**LAVRAS - MG
2019**

CYNARA DOS SANTOS CARVALHO

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA MISTA A BASE DE ÁGUA DE COCO E SUCO
DE FRUTAS VERMELHAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de Bacharel.

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Rios de Souza
Orientadora

MSc. Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2019**

CYNARA DOS SANTOS CARVALHO

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA MISTA A BASE DE ÁGUA DE COCO E SUCO
DE FRUTAS VERMELHAS**

**DEVELOPMENT OF COCONUT WATER AND RED FRUIT JUICE BASED
BEVERAGES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 27 de novembro de 2019.

Dra. Vanessa Rios de Souza UFLA

Dra. Paula Nogueira Curi UFLA

MSc. Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi UFLA

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Rios de Souza
Orientadora

MSc. Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado saúde e forças para superar as dificuldades dessa caminhada.

A toda minha família pelo apoio e amor incondicional, em especial à minha mãe Rogéria, meus irmãos Cynthya e Juninho e meus avós Wilson e Janete. Essa conquista não seria possível sem o apoio de vocês.

Ao meu marido Douglas pela paciência, amor e compreensão.

Aos meus amigos de faculdade que passaram por toda essa jornada comigo, em especial, Letícia e Lucas.

À minha orientadora Dr^a. Vanessa Rios de Souza pelo suporte, correções, incentivos e por ter me guiado gentilmente no decorrer desse trabalho.

À minha coorientadora Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi e a Dr^a. Paula Nogueira Curi pelas orientações, apoio e auxílio neste trabalho.

Aos professores que foram essenciais à minha formação como profissional, e, além disso, auxiliaram em minha evolução pessoal.

A todos do Laboratório de Pesquisa e Conservação de Alimentos pelo companheirismo e suporte.

À Universidade Federal de Lavras, por me conceder a bolsa de estudos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

RESUMO

Atualmente é clara a busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis, como os à base de frutas, devido a maior conscientização da população da estreita relação entre dieta e saúde. Visando melhoria nutricional e sensorial, existem duas tendências no segmento de bebidas, que são os sucos à base de água de coco, como uma opção mais saudável que a água e o segmento de bebidas mistas, contendo duas ou mais frutas em sua composição. Diante então dessa maior demanda por produtos mais saudáveis, diferenciados e de consumo rápido e prático, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida mista à base de água de coco e suco de frutas vermelhas com qualidade sensorial e nutricional. Foram elaboradas sete formulações de suco a partir das frutas morango, framboesa e amora-preta de acordo com o delineamento de regra da mistura. Os sucos de morango, framboesa e amora foram elaborados com 50% de polpa e 50% de água de coco e as demais formulações foram preparadas por meio da mistura dos sucos de polpas isoladas. Foram realizadas análises de acidez total titulável, sólidos solúveis, pH, antioxidantes (ABTS e DPPH), fenólicos totais, antocianinas e teor de ácido ascórbico (vitamina C). Além disso, todas as formulações foram analisadas sensorialmente, por meio de teste afetivo de aceitação. Os resultados foram avaliados por análise estatística univariada (análise de variância e teste de média) e multivariada, por meio de análise de componentes principais (PCA) e mapa de preferência. Para a otimização da formulação foi aplicado análise de superfície de resposta. Os sucos elaborados com maiores proporções de morango (50% ou 100%) foram os preferidos entre os provadores, já os sucos elaborados com maiores concentrações de amora-preta contribuíram para maior atividade antioxidante, compostos fenólicos e antocianinas totais da bebida. De acordo com a otimização, baseado nas características nutricionais e sensoriais, os sucos mistos devem conter de 50-60% de morango, 40% de amora-preta e de 0-10% de framboesa. Como neste trabalho foi verificado que a mistura de duas ou mais frutas pode vir a incrementar o valor nutricional e sensorial comparado ao suco de uma única fruta isolada, pode-se concluir que a combinação das frutas vermelhas, dentro das faixas de proporções otimizadas, é uma interessante alternativa para os consumidores.

Palavras-Chave: Água de coco. Bebida mista. Frutas Vermelhas. Regra da Mistura. Otimização.

ABSTRACT

Currently it is clear the pursuit of consumers for healthier foods, like the fruit-based ones, due to higher population awareness of the close relationship between diet and health. Aiming at nutritional and sensory improvement, there are two trends in the beverage segment, which are coconut water-based juices, as a healthier option than water and the mixed beverage segment, containing two or more fruits in its composition. Given this increased demand for healthier, differentiated products and fast and practical consumption, the objective of this work was to develop a mixed drink based on coconut water and red fruit juice with sensory and nutritional quality. Seven juice formulations were prepared from strawberry, raspberry and blackberry fruits according to the mixture design. The strawberry, raspberry and blackberry juices were prepared with 50% pulp and 50% coconut water and the other formulations were prepared by mixing the isolated pulp juices. Total titratable acidity, soluble solids, pH, antioxidants (ABTS and DPPH), total phenolics, anthocyanins and ascorbic acid (vitamin C) content were analyzed. In addition, all formulations were sensorially analyzed by affective acceptance testing. The results were evaluated by univariate (variance analysis and mean test) and multivariate statistical analysis using principal component analysis (PCA) and preference map. For formulation optimization, response surface analysis was applied. The juices elaborated with larger proportions of strawberry (50% or 100%) were preferred among the tasters, whereas the juices elaborated with higher concentrations of blackberry contributed to the antioxidant activity, phenolic compounds and total anthocyanins of the drink. According to the optimization, based on nutritional and sensory characteristics, the mixed juices should contain 50-60% strawberry, 40% blackberry and 0-10% raspberry. As it was found in this work that the mixture of two or more fruits may increase the nutritional and sensory value compared to the juice of a single isolated fruit, it can be concluded that the combination of red fruits, within the range of optimized proportions, it is an interesting alternative for consumers.

Keywords: Coconut water. Mixed drink. Red fruits. Mixture design. Optimization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo per capita do mercado brasileiro de refrescos e bebidas mistas dos anos 2010 a 2017.	13
Figura 2 - Morango (<i>Fragaria x ananassa</i>).	Erro! Indicador não definido.
Figura 3 - Framboesa (<i>Rubus idaeus</i>).	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 - Amora-preta (<i>Rubus spp.</i>).	Erro! Indicador não definido.
Figura 5 - Obtenção da água de coco.	21
Figura 6 - Estrutura química de um fenol simples.	23
Figura 7 - Estrutura química da antocianina.	24
Figura 8 - Vitamina C (ácido L-ascórbico).	25
Figura 9 - Mapa de preferência externo de três vias (TWEPM) para o atributo sensorial (impressão global), aspectos físicos (L*, C* e h*), aspectos físico-químicos (pH, TA e SS).	34
Figura 10 - Análise de componentes principais (PCA) para as diferentes amostras de formulações de sucos de frutas, compostos bioativos e atividade antioxidante.	38
Figura 11 - Curva de contorno para a função de desejabilidade sensorial para os sucos de frutas vermelhas.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição das formulações de suco misto de acordo com o delineamento de regra da mistura Simplex Centroid.....	27
Tabela 2 - Aspectos físico-químicos, cor instrumental e atributos sensoriais do suco de frutas vermelhas.....	33
Tabela 3 - Capacidade antioxidante (métodos de ABTS e DPPH), conteúdo de fenólicos totais, ácido ascórbico e antocianinas totais (AT) em sucos de água de coco e frutas vermelhas.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
ANOVA	Análise de variância
AT	Acidez Titulável
DCA	Departamento de Ciência dos Alimentos
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazil
GAEs	Equivalente de ácido gálico
IAL	Instituto Adolfo Lutz
LTB	Do inglês <i>Larger-The-Best</i>
MG	Minas Gerais
PCA	Análise de Componentes Principais
TEs	Equivalente Trolox
TROLOX	6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Suco de frutas.....	12
2.2	Bebida mista.....	13
2.3	Frutas vermelhas	15
2.3.1	Morango	16
2.3.2	Framboesa	17
2.3.3	Amora-preta.....	18
2.4	Água de coco	20
2.5	Atividade antioxidante e compostos bioativos	22
2.5.1	Atividade antioxidante	22
2.5.2	Compostos fenólicos	22
2.5.3	Antocianinas.....	23
2.5.4	Vitamina C	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Matérias-primas	27
3.2	Delineamento experimental	27
3.3	Preparação dos sucos	28
3.4	Análises físicas e físico-química.....	28
3.5	Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	28
3.5.1	Obtenção dos extratos	28
3.5.2	Atividade antioxidante – ABTS.....	29
3.5.3	Atividade antioxidante - DPPH.....	29
3.5.4	Fenólicos totais.....	29
3.5.5	Antocianinas monoméricas.....	30
3.5.6	Ácido ascórbico.....	30
3.6	Análise sensorial	30
3.7	Análise estatística	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Análises físico-químicas, cor instrumental e sensorial.....	33
4.2	Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	36
4.3	Otimização de suco misto de frutas vermelhas.....	39
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O hábito do consumo de frutas processadas, na forma de sucos e polpas tem aumentado no Brasil e no mundo, motivado pela falta de tempo da população em preparar os alimentos em casa, pela praticidade oferecida pelos produtos, pela substituição do consumo de bebidas carbonatadas, devido ao seu valor nutritivo e pela preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis (MATSUURA; ROLIM, 2002). Os sucos de frutas constituem uma importante fonte nutricional, por apresentarem altos teores de nutrientes tais como carboidratos, vitamina, fibras e minerais (SCAPIN; FACCO; CHILANTI, 2019).

O mercado de bebidas naturais à base de frutas está crescendo cada vez mais nos últimos anos, movido pela busca cada vez maior da população em ingerir alimentos saudáveis, o que torna os sucos de frutas naturais um atrativo nas dietas, devido às suas características sensoriais e nutricionais (CUNHA, 2016; SOUSA et al., 2010). De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas (ABIR, 2012) o consumo per capita de sucos e polpas vem aumentando a cada ano, em virtude da busca por melhoria da qualidade de vida por parte dos consumidores (FARAONI et al., 2012).

O processamento permite ainda agregar valor econômico às matérias-primas, transformando produtos perecíveis em armazenáveis e comercializáveis (PAULA et al., 2015). O processamento de polpas e sucos de fruta é uma atividade agroindustrial importante na medida em que agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto *in natura*, além de possibilitar ao produtor uma alternativa na utilização das frutas. O aproveitamento de espécies frutíferas, que são geralmente ricas em vitaminas, sais minerais e compostos bioativos, reflete na oferta de novas alternativas de frutas frescas para consumo e matéria-prima para agroindústria, constituindo uma preciosa fonte de alimentos (KHANI; RAHMANIAN; MOTLAGH, 2015; OLUDEMI; AKANB, 2013).

Uma das tendências de mercado é a elaboração de blends prontos para beber pode ser utilizada com a finalidade de melhorar as características nutricionais de determinados sucos pela complementação de nutrientes fornecidos por diferentes frutas (VANDRESEN, 2007). Além disso, os blends são interessantes para criar novos sabores, modificar a consistência, cor, melhoram as características sensoriais através da combinação de vários aromas e sabores; aumentam o valor nutricional com o enriquecimento de nutrientes das frutas utilizadas, como misturas de água de coco com frutas (SILVA et al., 2006a). Diversos estudos vêm demonstrando que a mistura de duas ou mais frutas podem de fato melhorar as características

nutricionais e sensoriais quando comparado ao suco isolado (CURI et al., 2018; PELEGRINE; ANDRADE; NUNES, 2015; SOUZA et al., 2012).

Dentre as diversas frutas existentes, as frutas vermelhas ou berries, vem se destacando devido a sua riqueza nutricional, uma vez que são ricas em compostos bioativos, como os compostos fenólicos e antocianinas, que devido às suas propriedades tem sido o foco de muitas pesquisas. As berries podem ser consumidas na forma fresca ou processada, e neste grupo inclui-se o morango (*Fragaria x ananassa*), amora-preta (*Rubus spp.*) e framboesa vermelha (*Rubus idaeus*) que são frutas muito apreciados pela sua textura delicada, cor e sabor único. Porém, esses frutos apresentam elevadas perdas pós-colheita devido à suavidade, ao excesso de maturação e ao ataque de patógenos (MANGANARIS et al., 2013). O aumento da demanda do consumo dessas frutas, é basicamente, devido a sua riqueza nutricional e características sensoriais agradáveis, como sabor e aroma desejável, aliado a isso, o processamento desses frutos contribui para evitar perdas pós-colheita através do desenvolvimento de produtos como sucos, geléias, licores e sorvetes.

Além da mistura de frutas, uma opção para enriquecer ainda mais o valor nutricional e até mesmo incrementar qualidade sensorial é a incorporação da água de coco como substituto da água na elaboração dos sucos de frutas. A água de coco é um líquido obtido do coco (*Cocos nucifera* L.), amplamente consumido em países tropicais, apresenta propriedades funcionais, e vem de encontro as novas demandas, como um ingrediente saudável, destacando-se por uma alta quantidade de vitaminas e sais minerais. Segundo Magalhães et al. (2004), a água de coco, apesar de bem aceita, ainda é uma bebida nova no mercado brasileiro e quase desconhecida no mercado internacional, representando um bom potencial a ser explorado.

De maneira geral, a elaboração de uma bebida mista de água de coco e suco de frutas, vermelhas, vem de encontro as demandas atuais dos mercados, tendo como potencial, fornecer um produto com elevado valor nutricional e qualidade sensorial.

Para tanto, objetivou-se otimizar um suco misto elaborado com água de coco, baseado na qualidade nutricional e sensorial, através da metodologia de superfície de resposta e da função de desejabilidade, bem como verificar a influência destes frutos nas características físicas, físico-químicas, nutricionais e sensoriais do produto final.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Suco de frutas

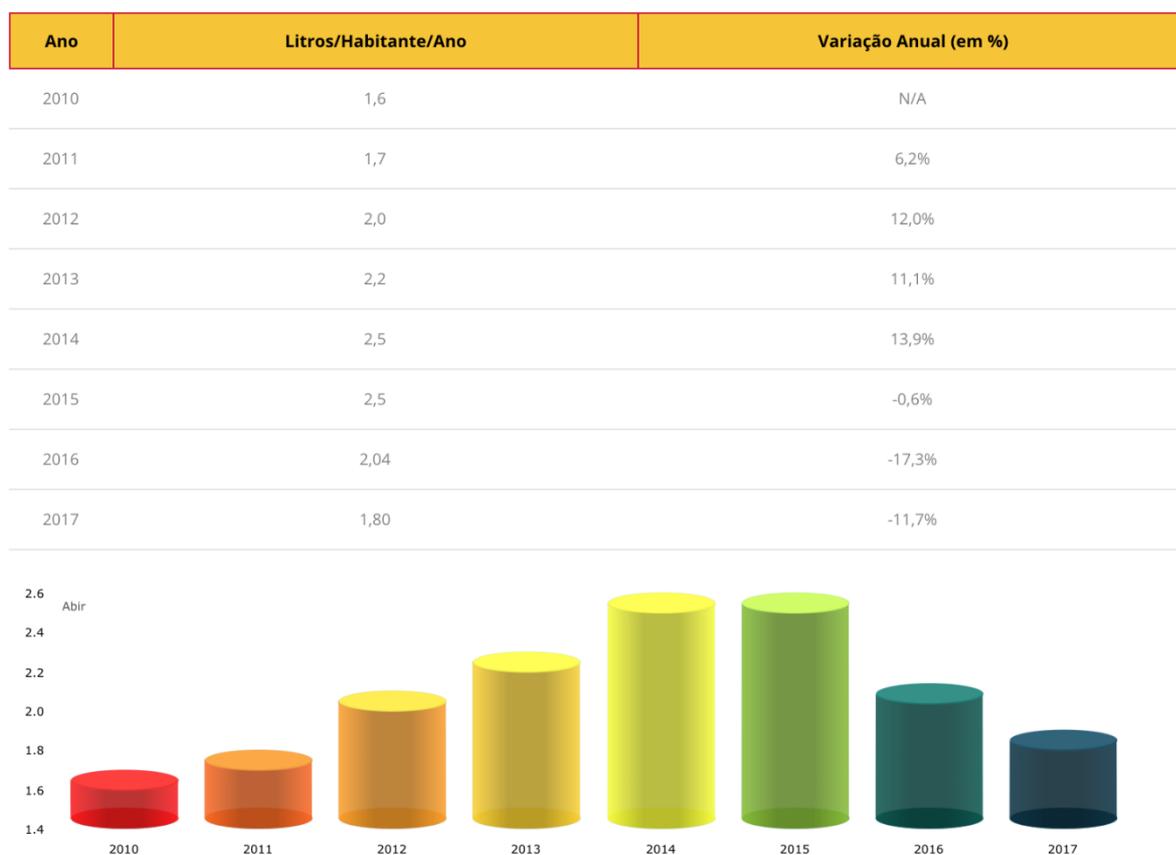
Segundo a Legislação (Decreto nº 6.871/2009), suco ou sumo é a bebida não concentrada, não fermentada e não diluída, destinada ao consumo, obtida de fruta sã e madura, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, sujeito a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo (BRASIL, 2009). No entanto, a Instrução Normativa nº 12/2003, sobre regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical, define o suco como um produto obtido pela dissolução em água potável da polpa da fruta de origem tropical por processamento tecnológico adequado, onde o suco pode conter um mínimo de 50% (m/m) da respectiva polpa, ressalvado o caso de fruta com alta acidez ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte, que neste caso o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 35% (m/m).

O consumo de sucos e néctares de frutas tem aumentado nos últimos anos, motivado principalmente pela maior consciência dos consumidores sobre a importância da escolha de alimentos saudáveis para redução do risco de desenvolver doenças e para a melhoria da qualidade de vida (FARAONI et al., 2012).

Os sucos também são apreciados devido ao seu sabor agradável e por suas propriedades funcionais e nutricionais, além de apresentarem praticidade fornecida por néctares prontos para beber, facilidade de reconstituição de sucos concentrados ou em pó e pela demanda por produtos que sejam seguros (MATSUURA; ROLIM, 2002; MOREIRA; LOPES; VALENTE-MESQUITA, 2012).

A indústria brasileira, consciente da capacidade produtora de frutas do país, se favorece da tecnologia para investir em um mercado em expansão: o de sucos prontos. Este mercado promissor tem sido disputado por várias empresas alimentícias que buscam a elaboração de novos produtos (LABOISSIÈRE et al., 2007). De acordo com a Figura 1 o consumo per capita do mercado brasileiro de refrescos e bebidas mistas teve um grande crescimento entre 2011 e 2014, porém de 2015 a 2017 reflete uma queda no consumo de refrescos e bebidas mistas. Tal fato pode ser explicado pela queda de poder de consumo da população durante a crise, refletiu diretamente em quedas maiores de volumes das categorias de maior valor e na substituição por outras categoriais com preços menores (MOBLICCI, 2018).

Figura 1 - Consumo per capita do mercado brasileiro de refrescos e bebidas mistas dos anos 2010 a 2017.



2.2 Bebida mista

Com sabores e aromas exóticos os sucos mistos de frutas estão sendo produzidos em todo o mundo. Esses produtos podem ser gaseificados ou não, contendo um teor variável de suco de frutas. Existem razões lógicas para produzir misturas de sucos puros, tais como: corrigir baixos níveis de sólidos solúveis; equilibrar sucos com sabores fracos, suaves ou excessivamente fortes principalmente com acidez elevada, adstringência, ou amargor de certos frutos; melhorar a cor e textura de alguns sucos; diminuir custos por meio da adição de frutas mais baratas às frutas de alto custo, como as frutas exóticas; além de suprir a escassez e disponibilidade sazonal de certos nutrientes do suco (SOUSA, 2006).

Segundo o Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) suco misto é o suco obtido pela mistura de duas ou mais frutas e das partes comestíveis de dois ou mais vegetais, ou dos seus respectivos sucos, sendo a denominação constituída da palavra suco, seguida da relação de frutas e vegetais utilizados, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura. O suco também não deve ser fermentado, concentrado ou diluído.

De acordo com a Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003 (BRASIL, 2003), suco tropical misto é o produto obtido pela dissolução, em água potável, de duas ou mais polpas de frutas polposas de origem tropical, por meio de processo tecnológico adequado, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos da fruta, submetido a tratamento que assegure sua conservação e apresentação até o momento do consumo. Segundo a mesma legislação o suco tropical cuja quantidade mínima de polpa de uma determinada fruta não tenha sido fixada em Regulamento Técnico específico, este deve conter um mínimo de 50% (m/m) da respectiva polpa, ressalvado o caso de fruta com acidez alta ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte que, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 35% (m/m).

A mistura de mais de uma fruta para produção de sucos e néctares é uma tendência observada no mercado (BARBOSA, 2010). De acordo com Bates, Morris e Crandall (2001), a elaboração de bebida mista apresenta várias vantagens, entre elas:

- Compensar o alto custo de algumas frutas misturando com outras mais baratas;
- Balancear sabores fortes, acidez elevada, adstringência ou amargor;
- Corrigir baixo nível de sólidos solúveis;
- Equilibrar sucos com sabores fracos, mas com outras características desejáveis;
- Melhoria de cor;
- Complementação de nutrientes fornecidos por frutas diferentes;
- Melhoria de consistência;
- Balancear relação °Brix/acidez, que influencia na percepção sensorial do açúcar e da acidez.

O teor de polpa de fruta e a presença de componentes opcionais resulta em várias bebidas à base de frutas distintas (SOUSA, 2006), tais como: sucos, sucos tropicais, néctares e refrescos. A legislação brasileira não possui regulamento técnico específico para bebidas de frutas mistas, mas possui definições dentro de cada categoria.

Vários estudos envolvendo bebidas mistas à base de frutas já foram conduzidos, Curi et al. (2017), estudaram a otimização de sucos mistos de frutas tropicais (caqui, abacaxi e laranja) baseado em características sensoriais e nutricionais. Este estudo visou também realizar o levantamento das características físico-químicas que são desejáveis neste produto, ou seja, realizar em conjunto o estudo do perfil do consumidor. Neste estudo foi observado que o suco destas frutas quando combinadas apresentam melhores características sensoriais e nutricionais do que quando isoladas, e que o consumidor possui uma preferência por sucos de frutas misto

composto por laranja, abacaxi e caqui, mais doces e mais ácidos e em relação à cor, preferem um suco mais claro, com menor intensidade de coloração vermelha.

Schiassi et al. (2018), desenvolveram suco misto de frutas utilizando frutas do Cerrado brasileiro (marolo, mangaba e cagaita) no intuito de oferecer ao consumidor um produto diferenciado, unindo as características sensoriais e nutricionais de duas ou mais frutas. O resultado deste estudo foi um produto inovador, com maior valor nutricional, permitindo obtenção de um novo sabor com boas características sensoriais. Os autores relataram que o novo produto pode suprir a demanda dos consumidores, além de ser uma excelente maneira de promover a agregação de valor a estas frutas.

Lima et al. (2008), elaboraram uma bebida à base de água de coco e suco de acerola e avaliaram sua estabilidade durante 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, sendo realizada análise sensorial, química e físico-química. Os autores concluíram que essa mistura é viável na elaboração de bebidas podendo representar um bom potencial de mercado a ser explorado.

Pereira et al. (2009), em estudos com uma bebida mista à base de água de coco, polpa de abacaxi e acerola na forma de “pronta para beber”, avaliaram 10 formulações de bebidas mistas quanto às determinações físico-químicas, componentes funcionais e atributos sensoriais. Com base nos resultados, os autores concluíram que a polpa de acerola foi o componente que proporcionou consistência à mistura, uma vez que as formulações que continham maior concentração de sua polpa apresentaram melhor aceitação sensorial. De modo geral, polpas de abacaxi e acerola influenciaram positivamente no sabor.

Nestes estudos, quando as frutas foram combinadas, apresentaram efeito benéfico, contribuindo para melhorar as características sensoriais e nutricionais. Desse modo, com a enorme variedade de frutas produzidas no Brasil, surge a possibilidade de associação de frutas, para confecção de novos produtos, tal como os sucos mistas, com a utilização de frutas já cultivadas, mas ainda pouco conhecidas.

2.3 Frutas vermelhas

Pequenas frutas vermelhas, bagas ou berries, são frutos diminutos carnosos e suculentos, normalmente consumidos frescos ou em produtos como geleia, suco, doces, bebidas fermentadas e xarope (KUBOTA et al., 2012).

Dentre as frutas vermelhas podem-se destacar o morango (*Fragaria x ananassa*), a framboesa (*Rubus idaeus*) e a amora-preta (*Rubus spp.*). As berries geralmente são provenientes de regiões de clima temperado, mas com os avanços no melhoramento genético e a aprimoração

do manejo cultural, alguns cultivares tem sido adaptadas a outras regiões e podem ser cultivadas em regiões com temperaturas mais elevadas no outono e inverno (PINTO et al., 2008).

As frutas vermelhas são muito apreciadas por sua coloração, sabor, aroma e textura, sendo valorizadas pelos benefícios proporcionados à saúde, decorrentes dos elevados teores de compostos antioxidantes, vitaminas, minerais, fibras, ácido fólico, entre outros (ZHAO, 2007). O consumo diário de frutas vermelhas pode auxiliar na prevenção de vários tipos de enfermidades, e estão correlacionadas com o retardo do envelhecimento e prevenção de algumas doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, doenças cardíacas, diabetes, entre outras, além de possuírem caráter anti-inflamatório (VIZZOTTO, 2012).

Devido à alta perecibilidade e à limitada produção no Brasil (áreas subtropicais), o processamento das frutas vermelhas, se torna uma importante forma de aumentar a disponibilidade e agregar ainda mais valor a esses frutos (YOUSEFI; YOUSEFI; EMAM-DJOMEH, 2013).

2.3.1 Morango

O morangueiro é uma planta perene, rasteira, herbácea pertencente à família Rosácea e do gênero *Fragaria* (GOMES, 2007). O morango (FIGURA 2) é um pseudofruto não climatérico (CHITARRA; CHITARRA, 2005), de coloração vermelho brilhante, odor envolvente, textura e sabor levemente acidificado (HENRIQUE; CEREDA, 1999). A coloração do morango é devido às antocianinas, e o seu sabor característico é devido aos ácidos cítrico e málico e aos açúcares (SILVA, 2006b).

Figura 2 - Morango (*Fragaria x ananassa*).



Fonte: Embrapa (2016).

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 *in natura* 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 morango é produzido e consumido nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie, entre os pequenos frutos, de maior expressão econômica (OLIVEIRA; NINO; SCIVITTARO, 2005; OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006). Dentre as propriedades do morango, destacam-se a sua ação antioxidante, a capacidade de auxiliar na redução a suscetibilidade a infecções, o seu efeito diurético e sua atividade anti-inflamatória em reumatismo e gota (ROCHA, 2008).

O morango é rico em vitamina C, uma vitamina hidrossolúvel de extrema importância para o organismo humano e encontrada em frutos cítricos. Desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, auxilia na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de diversos hormônios e no metabolismo em geral (ANDRADE et al., 2002).

Além da vitamina C, o morango também possui compostos fenólicos. Esses grupos raramente são encontrados na forma livre, podendo estar ligados a proteínas, lipídeos, terpenóides, ácido hidroxicinâmico, carboidratos e pode formar éster com ácidos orgânicos (KAYS, 1991).

2.3.2 Framboesa

A framboesa (*Rubus idaeus*) (FIGURA 3) é reconhecida pelo seu sabor doce e levemente ácido, cor atrativa e aroma peculiar. Caracteriza-se por ser um fruto com cultivares de coloração amarela, preta e vermelha, sendo estes os mais conhecidos (RASEIRA et al., 2004; STRIK, 2007).

Figura 3 - Framboesa (*Rubus idaeus*).



Fonte: Embrapa (2016).

Framboesas podem ser comercializadas *in natura*, congeladas, processadas, ou podem ser utilizadas como ingrediente em formulações e receitas, sendo, portanto, um alimento multifacetado (NEGOITA et al., 2012; VILLAMOR et al., 2013).

O cultivo da framboesa, 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 (RASEIRA et al., 2004).

De acordo com Gonçalves et al. (2011) o sul de Minas Gerais possui grande potencial para produção de frutas de clima temperado, visto que apresenta temperaturas desde muito baixas até amenas no inverno. Entre as opções de cultivo, a framboeseira 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 grande aceitabilidade desta fruta, por parte dos consumidores, está relacionada não apenas as características sensoriais já relatadas anteriormente, mas também à sua composição química; sua riqueza em vitamina C e carotenoides, além de elevados teores de compostos fenólicos, com elevado potencial antioxidante, fazem com que esta fruta seja considerada muito saudável, contribuindo para fornecer efeitos benéficos a saúde (KULA et al., 2016; RAO; SNYDER, 2010). Além desses compostos, a framboesa é fonte de carboidratos, minerais e vitaminas, apresenta baixo teor calórico e lipídeos, e é rica em fibras solúveis (BEATTIE; CROZIER; DUTHIE, 2005; PANTELIDIS et al., 2007; PLESSI et al., 2007; TALCOTT, 2007).

2.3.3 Amora-preta

A amoreira-preta (*Morus nigra* L.) é uma espécie arbustiva de porte ereto ou rasteiro, que produz frutos agregados 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).

A amora-preta (*Rubus spp.*) (FIGURA 4), está entre as culturas consideradas como de “pequenos frutos” (small fruits) e também conhecidas como berries, cujos termos vêm sendo comumente usados para descrever qualquer fruta pequena, de cor vermelha, roxa ou negra; de sabor adocicado e formato arredondado (JEPSON; CRAIG, 2005; PAREDES-LOPEZ et al., 2010).

Figura 4 - Amora-preta (*Rubus spp.*).



Fonte: Embrapa (2015).

Com relação ao 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 (ANTUNES et al., 2002; FERREIRA et al., 2010; JACQUES et al., 2010). 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 a saúde humana, sendo segura para consumo sem supervisão médica, além de ser uma fruta de baixo valor calórico, apresenta apenas 52 calorias em 100 g de fruta (VIZZOTTO, 2008).

Os principais estados produtores de amora-preta, estão localizados nas regiões Sul e Sudeste, sendo eles, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo (ANTUNES et al., 2014).

A difusão do conhecimento sobre as propriedades nutracêuticas da amora-preta aliado à rusticidade inerente das suas plantas, colocaram a espécie em destaque, aumentando o número

de interessados em adquirir, consumir e saber mais a respeito de suas qualidades (SEERAM et al., 2006).

O consumo regular desta fruta, aliado a um estilo de vida saudável, incluindo dieta equilibrada e exercícios físicos, pode prevenir alguns tipos de doenças crônicas não-transmissíveis. Além disto, alguns compostos encontrados nesta fruta, como as antocianinas, podem ser utilizados na indústria alimentícia como corante natural, seguindo a tendência mundial de redução do uso de corantes artificiais. A purificação e concentração de alguns fitoquímicos da amora-preta, como o ácido elágico, podem ser apresentados na forma de encapsulados, e comercializados como nutracêuticos (JACQUES; ZAMBIAZI, 2011).

O processamento das frutas da amoreira-preta, em produtos como geleias, sucos, iogurtes e sorvetes, é uma forma de agregar valor ao produto “*in natura*”, auxiliando na renda dos fruticultores (JACQUES; ZAMBIAZI, 2011).

2.4 Água de coco

O coco é o fruto do coqueiro, da família das palmáceas, a qual abrange cerca de um milhão de espécies. O gênero *Cocos* é constituído apenas pela espécie *Cocos nucifera* L., que é composta de algumas variedades. As mais importantes são a *Typica*, conhecida como variedade gigante, a qual é destinada principalmente a agroindústria do coco; e a *Nana*, conhecida como variedade anã e utilizada prioritariamente no consumo de água de coco (ARAGÃO et al., 2003).

A água de coco começa a ser gerada no fruto a partir do segundo mês, sendo formada na cavidade central do fruto e atinge seu volume máximo entre o 6º e 7º mês. Este volume mantém-se constante por até dois meses e depois diminui com o decorrer do amadurecimento, restando entre 100-150 ml. A água auxilia na formação da polpa (albúmen sólido) que por volta dos 7 meses estará em condições sensoriais e nutricionais ótimas para o consumo, pois, se encontrarão dissolvidos a maioria dos sais minerais, proteínas e açúcares (VENTURINI FILHO, 2010).

De acordo com Aragão, Isbemer e Cruz (2001), a água do coco corresponde a uma solução rica em sais minerais, proteínas, vitaminas e açúcares, apresentando em média 20 calorias/100g. Entre os diversos usos possíveis para o fruto, tem-se a obtenção da água de coco (FIGURA 5), que é uma bebida refrescante e popularmente conhecida, que destaca-se no cenário nacional, impulsionada pela adoção de hábitos alimentares saudáveis pela população brasileira (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014).

A Instrução Normativa nº 27, de 22 de julho de 2009, estabelece o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade da água de coco. Essa normativa define água de coco, como bebida não diluída, não fermentada, obtida da parte líquida do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), por meio de processo tecnológico adequado. Quanto à classificação a água de coco pode ser resfriada, pasteurizada, congelada, esterilizada, concentrada, desidratada e reconstituída (BRASIL, 2009).

O Brasil é o quarto maior produtor de coco do mundo, e essa fruta é a terceira mais cultivada no país, depois da laranja e da banana. Mas o consumo per capita de água de coco ainda é baixo. Estima-se um consumo nacional anual da ordem de 100 milhões de litros de água de coco envasada pelas indústrias (FROEHLICH, 2015).

No Brasil, o coqueiro é cultivado com a finalidade de produzir frutos destinados à agroindústria, para produção principal de coco ralado e leite coco, além da água de coco. Esse segmento de água de coco tem crescido nos últimos anos, apresentando ainda grandes perspectivas futuras, tendo em vista o crescimento do consumo nos mercados interno e externo, o qual, tem sido normalmente associado à qualidade de vida e saúde (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014).

O plantio e a produção de coco também têm aumentado nos últimos anos, seja para consumo da bebida, seja para gerar outros produtos. A colheita mais do que dobrou em uma década, sendo que de 967 milhões de cocos em 1997, colhidos em 231 mil hectares, o país saltou para 1,98 bilhão em 2006, em 290 mil hectares (FROEHLICH, 2015).

Figura 5 - Obtenção da água de coco.



Fonte: Valquiaruto e Dallago (2018).

2.5 Atividade Antioxidante e Compostos Bioativos

2.5.1 Atividade Antioxidante

Os alimentos fornecem não somente nutrientes essenciais necessários para a vida, como também as vitaminas, sais minerais e fibras. Os alimentos são fontes de compostos bioativos cujas propriedades biológicas são importantes promotoras de saúde, tais como atividade antioxidante, anti-inflamatória e anticarcinogênica. Estudos clínicos e epidemiológicos tem evidenciado que esses compostos bioativos presente nos alimentos são os principais fatores que contribuem para a redução significativa da incidência de doenças degenerativas e crônicas (SILVA, 2001).

A principal forma de obtenção pelo organismo de antioxidantes consiste na ingestão de compostos com esta atividade através da dieta. As frutas e vegetais são uma boa fonte de recursos naturais antioxidantes. Os principais compostos com atividade antioxidantes dietéticos são algumas vitaminas, compostos fenólicos e os carotenoides.

Os antioxidantes são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células. Um antioxidante pode ser definido como um composto que, mesmo presente em baixas concentrações comparado ao substrato oxidável, impede ou inibe a oxidação do substrato de maneira eficaz. Os radicais formados a partir de antioxidantes não são reativos para propagar a reação em cadeia, sendo neutralizados através da reação com outro radical, formando produtos estáveis ou podem ser reciclados por outro antioxidante (NIKKI, 2010).

Os antioxidantes podem ser divididos em duas classes: os com atividade enzimática e os não enzimáticos. No primeiro grupo estão os compostos capazes de inibir a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas ao oxigênio. No segundo grupo estão às moléculas que interagem com as espécies radicalares e são consumidas durante a reação (MARIOD et al., 2009; MOREIRA; MANCINI FILHO, 2003).

Além de suas propriedades biológicas, o interesse por antioxidantes naturais está crescendo por parte das indústrias cosméticas, farmacêuticas e especialmente das alimentícias, uma vez que eles podem ser utilizados como substituintes de antioxidantes sintéticos (ALMEIDA et al., 2011).

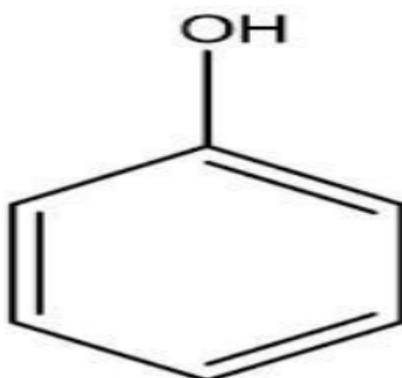
2.5.2 Compostos fenólicos

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).

Quimicamente, os compostos fenólicos são caracterizados por uma estrutura aromática, com uma ou mais hidroxilas, com grupo funcional, como apresentado na Figura 6, 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 metílicos 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 6 - Estrutura química de um fenol simples.



Fonte: Bravo (1998).

As principais fontes de compostos fenólicos são as frutas cítricas, como limão, laranja e tangerina, além de outras frutas à exemplo da cereja, uva, ameixa, pera, maçã e mamão, sendo encontrados em maiores quantidades na polpa do que no suco da fruta. Pimenta verde, brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate também são excelentes fontes destes compostos (PIMENTEL et al., 2005).

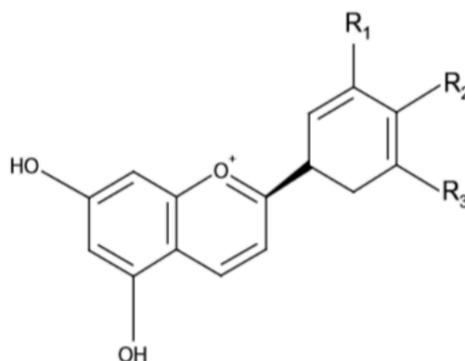
2.5.3 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos vegetais importantes, pertencentes à classe de compostos fenólicos chamados coletivamente de flavonoides, devido às suas características de esqueleto carbônico $C_6C_3C_6$ (FIGURA 7). Dentro de cada grupo de flavonoides há variados compostos, sendo que a cor é determinada pela presença e número de substituintes ligados à molécula (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Esses compostos são metabólitos secundários

de plantas e estão geralmente envolvidos nos sistemas de defesa destas à radiação ultravioleta e à agressão por patógenos (ISLAM et al., 2003).

Segundo Brito et al. (2007), as antocianinas encontradas em alimentos são glicosídeos e acilglicosídeos de seis agliconas de antocianidinas: pelargonidina, cianidina, delphinidina, malvidina, peonidina e petunidina. Segundo Costa et al. (2012), o que diferencia esses fitoquímicos é o número de grupos hidroxila esterificados na molécula; o grau de metoxilação desses grupos; a natureza, número e posição de glicosilação; além da natureza, número de ácidos alifáticos e aromáticos ligados aos resíduos glicosídeos. Diferem dos outros flavonoides principalmente por não possuírem a função oxo ($-C=O$) no anel pirano (PALACIO, 2008).

Figura 7 - Estrutura química da antocianina.



Fonte: Crozier, Jaganath e Clifford (2009).

As antocianinas são pigmentos solúveis em água, embora sejam instáveis e apresentem maior estabilidade em condições ácidas. São responsáveis pelas cores que variam do vermelho intenso ao violeta e azul de flores, frutas e vegetais. Tanto a cor do pigmento quanto a sua estabilidade são fortemente influenciadas pelos substituintes da aglicona. A degradação da antocianina pode ocorrer durante a extração do vegetal, processamento e estocagem e pode ser influenciada por vários fatores como: pH, temperatura, enzimas, ácido ascórbico, oxigênio, dióxido de enxofre e íons metálicos (RIBEIRO; MENDES; PEREIRA, 2011).

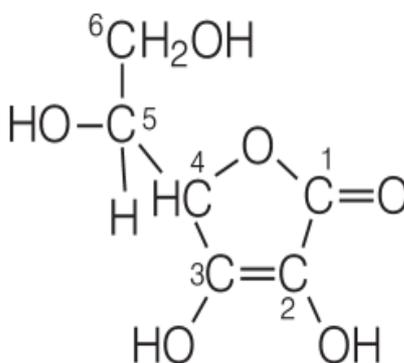
Vários estudos vêm sendo realizados sobre os benefícios do consumo de antocianinas pelo organismo, entre eles podemos citar o grande potencial em reduzir o risco de desenvolvimento da aterosclerose, efeito sobre a distribuição do colesterol e o efeito protetor ligado a doenças cardiovasculares. Os mecanismos envolvidos neste processo são, principalmente, referentes às atividades antioxidantes das antocianinas e a capacidade destes compostos em reduzir fatores pró-inflamatórios (CARDOSO; LEITE PELUZIO, 2011). As Antocianinas fazem parte do grupo dos flavonoides, e são encontradas em frutas, legumes,

hortaliças e verduras, mas especialmente em vegetais de pigmentação roxo-escuro e também avermelhados.

2.5.4 Vitamina C

O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel (33% m/v a 35 °C), que se apresenta como um pó cristalino, branco e inodoro. Possui fórmula molecular $C_6H_8O_6$ (FIGURA 8), massa molar 176 g/mol, ponto de fusão 192 °C (NELSON; COX, 2006; PENTEADO, 2003).

Figura 8 - Vitamina C (ácido L-ascórbico).



Fonte: Fiorucci, Soares e Cavalheiro (2003).

A história da vitamina C está relacionada com o tratamento e a prevenção de escorbuto, uma doença comum entre os marinheiros no século XV, que foram curados com a adição de suco de limão na alimentação. Manifestações avançadas do escorbuto incluem numerosas pequenas hemorragias causadas pela fragilidade dos vasos sanguíneos, perda de dentes, pobre cicatrização das feridas e degeneração de ossos (COSTA; ROSA, 2010; NELSON; COX, 2006; PENTEADO, 2003). Na deficiência de vitamina C também podem ocorrer distúrbios neurológicos como hipocondria, histeria e depressão. Esses sintomas desaparecem rapidamente com a administração de doses terapêuticas. Para indivíduos saudáveis recomenda-se 60 mg de vitamina C por dia (OLIVEIRA; MARCHINI, 2006).

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 reduzidas designadas como ácido ascórbico e na forma oxidada denominado ácido dehidroascórbico, ambas fisiologicamente ativas (ROSA et al., 2007).

O ácido ascórbico é muito usado como aditivo pela indústria de alimentos devido a suas propriedades antioxidantes e redutoras (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Sua atividade se dá devido a sua capacidade de reagir com radicais livres (SILVIA; COZZOLINO, 2009), ação redutora e removedora de oxigênio (ARAÚJO, 2011). Segundo Silva et al. (2006a), existem fatores que afetam o teor de vitamina C em frutos, dentre eles, 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.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração das bebidas mistas, assim como as análises físico-químicas e nutricionais foram conduzidas na Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais e a análise sensorial foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial ambos do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais.

3.1 Matérias-primas

Foi utilizado água de coco *in natura* e frutas vermelhas (morango, framboesa e amora). O morango e o coco foram adquiridos de um comércio local na cidade de Lavras (MG, Brasil). A framboesa e amora foram obtidas diretamente do pomar da UFLA, ambos no estágio de maturação, determinada pela cor e tamanho do fruto e foram imediatamente transportados para o Laboratório de Pós-colheita e mantidas a 4 °C até o momento do processamento. Os cocos e as frutas foram lavadas com água e sanitizadas com solução clorada a 2% por 30 minutos, os cocos foram abertos com instrumento próprio em aço inoxidável na parte superior do fruto, sendo a água extraída através do orifício obtido a partir da perfuração do mesocarpo. Após extração, a água de coco foi coletada e armazenada em recipientes de vidro e mantida resfriada junto às frutas a 4 °C até o momento do processamento.

3.2 Delineamento Experimental

O delineamento da regra da mistura *Simplex Centroid* (CORNELL, 2002) foi aplicado neste estudo com o intuito de avaliar os efeitos e a otimização da proporção dos sucos de morango, amora, e framboesa em sucos misto a base de água de coco. O nível experimental dos fatores em estudo é representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição das formulações de suco misto de água de coco com frutas vermelhas de acordo com o delineamento de regra da mistura *Simplex Centroid*.

Tratamentos	Variáveis		
	Morango (%)	Framboesa (%)	Amora (%)
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	50	0
5	50	0	50
6	0	50	50
7	33	33	34

Fonte: Do autor (2019).

Após a elaboração das bebidas mistas estas foram então submetidas a análise física (cor), físico-químicas (sólidos solúveis, pH e acidez titulável), análise sensorial de aceitação e análise nutricional (antioxidantes, compostos fenólicos, ácido ascórbico e antocianinas).

3.3 Preparação dos Sucos

Inicialmente, um pré-teste foi realizado para determinar as melhores proporções de água de coco, polpa e sucralose empregadas na formulação dos sucos de frutas isoladas, de acordo com a legislação, decreto n° 6.871/2009 (BRASIL, 2009).

O suco de cada polpa isolada foi elaborado, e em seguida, estes sucos foram combinados de acordo com o design de mistura. Em ambas formulações foram adicionados 0,05 g de sucralose a cada 1000 mL de suco. Um misturador industrial LS-4 com capacidade de 4,0 L a uma velocidade de 3500 rpm (Metalúrgica Siemens Ltda, Brusque, Brasil) foi utilizado para elaborar os sucos.

Os sucos foram homogeneizados e, em seguida, envasados utilizando garrafas de vidro esterilizadas de 500 mL e posteriormente foram armazenados sob refrigeração de 4-7 °C até o momento das análises.

3.4 Análises físicas e físico-química

As análises de acidez titulável, sólidos solúveis e pH foram determinados em triplicata de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH das bebidas mistas foi determinado utilizando-se pHmetro Schott Handylab e a determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, utilizando como indicador a fenolftaleína e os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100g (g ácido cítrico. 100g).

A cor das bebidas mistas foi determinada de acordo com o método descrito por Gennadios et al. (1996). Os parâmetros L*, C*, h* foram determinados pelo colorímetro Minolta CR 400 (Konica Minolta, SP, Brasil) com D65 (luz do dia) e os padrões de CIELab, onde L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a* varia de verde (-) para vermelho (+), b* varia de azul (-) para amarelo (+).

3.5 Compostos bioativos e Atividade antioxidante

3.5.1 Obtenção dos extratos

O preparo dos extratos para realizar as análises de fenólicos totais e atividade antioxidante foi realizado de acordo com o método proposto por Larrauri et al. (1997). Assim,

5 mL de cada formulação foi homogeneizado com 20 mL de metanol/água 50% (v/v) e ficaram sob agitação mecânica por 1 hora à temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram filtradas em papel filtro e em outro recipiente, o resíduo da extração foi homogeneizado com 20 mL de acetona/água 70% (v/v), permanecendo sob agitação mecânica por 1 hora à temperatura ambiente e em seguida foi filtrado novamente nas mesmas condições anteriormente mencionadas. Os filtrados da primeira e segunda extração foram transferidos para um balão volumétrico de 50 mL e completado com água destilada.

3.5.2 Atividade Antioxidante – ABTS

A capacidade antioxidante pelo método radical livre ABTS (2,2-azino-bis ácido3-ethylbenzthiazolina-6-sulfônico) foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Re et al. (1999), em que, inicialmente foi preparado o radical ABTS a partir da reação de 5 mL de solução de ABTS (7 mM) com 88 µL de uma solução de persulfato de potássio (140 mM). A mistura foi mantida no escuro, à temperatura ambiente, por 16 horas. Posteriormente, foi diluído 1 mL desta mistura em álcool etílico até se obter uma absorbância de 0,7 nm ± 0,05 nm a 734 nm. Logo após, 30 µL de extrato do suco foram misturados, em um tubo de ensaio, com 3,0 mL do radical ABTS por 6 minutos. Em seguida, a absorbância foi lida a 734 nm utilizando o espectrofotômetro (SP-22, VIS 325-1000 nm, Biospectro, Taboão da Serra, SP, Brasil) e os resultados foram expressos em micromoles de equivalente Trolox por grama de peso fresco (µmol de TEs/g).

3.5.3 Atividade Antioxidante - DPPH

O método DPPH (2,2 - difenil-1-picrilhidrazil) foi realizado segundo a metodologia proposta por Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995), no qual, 0,1 mL do extrato do suco foram homogeneizados com 3,9 mL do radical DPPH. A mistura foi incubada no escuro, à temperatura ambiente, por 30 minutos para que ocorresse a captura do radical DPPH pelos antioxidantes presentes na amostra, consecutivamente, foram efetuadas as leituras a 517 nm. Os resultados foram expressos como EC₅₀ (g de amostra/g de DPPH).

3.5.4 Fenólicos Totais

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método adaptado de Folin Ciocalteu de acordo com Waterhouse (2002), onde 0,5 mL dos extratos obtidos foram misturados com 2,5 mL de Folin-Ciocalteu 10% (v/v) e 2 mL de carbonato de sódio 4% (v/v). A mistura foi agitada e mantida em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. Posteriormente, a

absorbância a 750 nm foi determinada em espectrofotômetro. O conteúdo de fenólicos totais foi calculado utilizando-se curva de calibração de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100 g de amostra (mg GAEs/100 g f.w.).

3.5.5 Antocianinas monoméricas

A determinação do conteúdo total de antocianina monomérica foi estimada usando o método de diferença de pH (WROLSTAD, 1976). Em resumo, cada extrato de fruta foi diluído com pH 1,0 e tampões de pH 4,5 para a mesma diluição. A absorbância foi medida a 510 nm e 700 nm em tampões pH 1,0 e pH 4,5. A absorbância foi calculada a partir da equação (1):

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH1,0} - (A_{510} - A_{700})_{pH4,5} \quad (1)$$

Os resultados foram expressos em mg de cianidina equivalente a 3-glucósido por 100 g (mg de cianidina equivalente a 3-glucósido/100 g).

3.5.6 Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método colorimétrico segundo Strohecker e Henning (1967), utilizando-se 2,4 dinitrofenil-hidrazina. Resumidamente, 1 mL do extrato elaborado foi misturado com 3 mL de ácido oxálico 0,5%, 3 gotas de 2,6-diclorofenolindofenol, 1 mL de 2,4 DNPH e uma gota de tiourea. Em seguida, as amostras foram submetidas a banho-maria a 37 °C/3 horas. Posteriormente, os tubos com amostras foram acondicionados em banho de gelo para a adição de 5 mL de ácido sulfúrico a 85%. Após 10 minutos, a leitura foi realizada utilizando o espectrofotômetro a 520 nm e os resultados foram expressos em mg ácido ascórbico/100 g de amostra (mg/100 g).

3.6 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA. Um teste de aceitação foi realizado com a finalidade de avaliar os atributos de cor, sabor, consistência e impressão global, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente 9 = gostei extremamente) (STONE; SIDEL, 1993). O teste foi conduzido com 100 participantes (60 mulheres e 40 homens), entre eles estudantes e funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, com idade entre 18 e 60 anos.

A avaliação sensorial das sete formulações de suco de frutas foi realizada em duas sessões, na primeira sessão, os consumidores avaliaram 4 formulações de suco de frutas e na segunda sessão os mesmos consumidores avaliaram as 3 formulações restantes. Cada provador

avaliou, em média, 15 mL de cada uma das amostras de bebida mista de água de coco com frutas vermelhas, que foram servidos em copos de plástico de 50 mL codificados com 3 dígitos de forma balanceada e monádica e foram solicitados em marcar em ficha apropriada o grau de aceitabilidade de cada um dos produtos (MACFIE et al., 1989). Os provadores foram orientados de que não necessitavam ingerir todas as amostras e que a qualquer momento poderiam se recusar a continuar a análise, sem qualquer tipo de prejuízo.

Os participantes da pesquisa, foram abordados ao acaso, e informados sobre os objetivos do estudo, dos procedimentos, dos possíveis desconfortos, riscos e benefícios da pesquisa e aqueles que concordavam com os termos eram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Assentimento de participação da pessoa como sujeito. A análise sensorial foi realizada mediante aprovação do Comitê de Ética (número do parecer: 1.755.177).

3.7 Análise Estatística

Inicialmente, análise de variância (ANOVA) e teste de média (Tukey $p \leq 0,05$) foram realizados para todas as análises. A análise de componentes principais (PCA) foi aplicada ao conjunto de dados referentes aos compostos bioativos e à capacidade antioxidante, a fim de facilitar a visualização dos dados. Os dados foram organizados em uma matriz de i linhas (7 amostras) e j colunas (5 compostos antioxidantes e compostos bioativos). Os dados foram padronizados (matriz de correlação) e submetidos ao PCA utilizando o software SensoMaker v. 1.8 (PINHEIRO et al., 2013).

Com a finalidade de facilitar a visualização da aceitação sensorial da formulação dos sucos, que foi baseada na resposta individual de cada consumidor e correlacioná-la com os parâmetros físico-químicos e cor instrumental, foi obtido um mapa de preferência externo, de 3 vias através do software SensoMaker v. 1.8 (NUNES; PINHEIRO; BASTOS, 2011). Um conjunto de dados foi organizado a partir de matrizes de i linhas (7 amostras) e $j + m$ colunas (100 consumidores + 6 cores físico-químicas e instrumentais). Essas matrizes foram organizadas de acordo com k atributos sensoriais (cor, sabor, consistência e impressão geral), resultando em um mapa de preferência externo no arranjo de três vias (i , $j + m$ e k) (NUNES; PINHEIRO; BASTOS, 2011). As análises estatísticas descritas foram realizadas utilizando o software Sensomaker versão 1.8 (PINHEIRO, NUNES; VIETORIS, 2018).

Com o intuito de otimizar o suco de frutas, os parâmetros sensoriais foram transformados em função desejabilidade obtidas através da metodologia de análise de superfície de resposta (RSREG), baseada no tipo de resposta - Larger-The-Best (LTB) - para otimizar o

suco de fruta, com um parâmetro específico (r) de 1,0. Com base na equação do modelo previsto, foi gerada a curva de contorno da função desejabilidade. A partir da superfície de resposta foi possível identificar qual a região que origina um suco com melhores características sensoriais (cor, sabor, consistência e impressão global), e a análise de variância foi utilizada para avaliar a significância dos dados ajustados ao modelo. Os gráficos de contorno triangulares gerados a partir das equações polinomiais foram criados usando o software Chemoface 1.6 (NUNES et al., 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físico-químicas, cor instrumental e sensorial

Os valores médios e o teste de Tukey das análises físicas, físico-químicas e sensoriais obtidas para os sucos mistos de água de coco com frutas vermelhas, são apresentados na tabela 2. Pode-se observar que as amostras diferiram entre si ($P \leq 0,05$) para todos os parâmetros avaliados.

Tabela 2 - Aspectos físico-químicos, cor instrumental e atributos sensoriais do suco de frutas vermelhas.

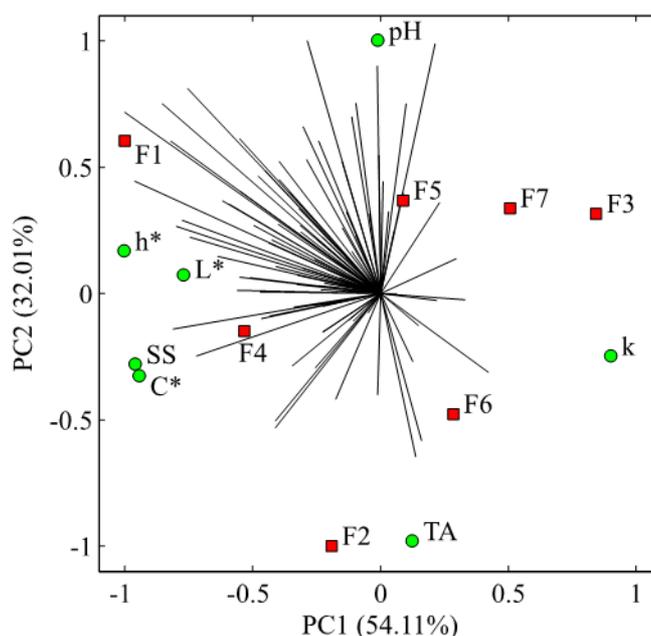
Análises	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Aspectos físico-químicos							
pH	3,73 ± 0,00 ^a	3,48 ± 0,01 ^c	3,68 ± 0,01 ^b	3,60 ± 0,00 ^c	3,69 ± 0,01 ^b	3,56 ± 0,02 ^d	3,68 ± 0,02 ^b
Acidez Titulável (AT)	0,52 ± 0,03 ^d	0,87 ± 0,03 ^a	0,60 ± 0,06 ^{bcd}	0,67 ± 0,02 ^b	0,56 ± 0,01 ^{cd}	0,79 ± 0,01 ^a	0,63 ± 0,03 ^{bc}
Sólidos Solúveis (SS)	7,33 ± 0,58 ^a	7,00 ± 0,00 ^{ab}	5,67 ± 0,58 ^b	7,00 ± 0,00 ^{ab}	6,67 ± 0,58 ^{ab}	6,67 ± 0,58 ^{ab}	5,67 ± 0,58 ^b
Cor instrumental							
L*	30,57 ± 0,53 ^a	21,30 ± 0,02 ^d	20,38 ± 0,18 ^c	26,97 ± 0,53 ^b	16,89 ± 0,36 ^f	24,70 ± 0,09 ^c	21,04 ± 0,03 ^{de}
C*	29,65 ± 1,55 ^a	30,97 ± 0,05 ^a	18,47 ± 0,08 ^d	30,42 ± 0,79 ^a	24,82 ± 0,40 ^b	21,40 ± 0,11 ^c	20,70 ± 0,05 ^c
h*	27,89 ± 0,08 ^a	20,00 ± 0,05 ^c	14,26 ± 0,09 ^f	20,53 ± 0,24 ^b	18,03 ± 0,23 ^d	14,64 ± 0,01 ^e	14,37 ± 0,00 ^{ef}
Atributos sensoriais							
Cor	6,41 ± 1,82 ^{ab}	6,84 ± 1,66 ^a	5,97 ± 2,00 ^b	6,88 ± 1,56 ^a	6,71 ± 1,67 ^a	6,51 ± 1,68 ^{ab}	6,46 ± 1,75 ^{ab}
Sabor	6,74 ± 1,65 ^a	4,66 ± 2,37 ^c	4,65 ± 2,13 ^c	6,20 ± 1,68 ^a	5,98 ± 1,87 ^{ab}	4,71 ± 2,13 ^c	5,32 ± 1,95 ^{bc}
Consistência	6,66 ± 1,65 ^a	6,25 ± 1,90 ^{ab}	4,74 ± 2,12 ^c	6,72 ± 1,68 ^a	6,22 ± 1,75 ^{ab}	5,64 ± 1,78 ^b	5,96 ± 1,83 ^{ab}
Impressão Global	6,83 ± 1,56 ^a	5,23 ± 2,11 ^{cd}	4,85 ± 2,02 ^d	6,30 ± 1,84 ^{ab}	6,09 ± 1,81 ^{ab}	5,03 ± 1,97 ^{cd}	5,75 ± 1,95 ^{bc}

Valores médios ± desvio padrão; n = 3. As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$). AT (g ácido cítrico/100 g); SS (°Brix). (F1) morango; (F2) framboesa; (F3) amora; (F4) 50% de morango e 50% de framboesa; (F5) 50% de morango e 50% de amora; (F6) 50% de framboesa e 50% de amora; e (F7) 34% de morango, 33% de framboesa e 33% de amora.

Fonte: Do autor (2019).

O mapa de preferência externo para representar os dados da impressão global de aceitação das amostras e correlacionar com os dados físico-químicos e cor instrumental, foi gerado conforme apresentado na Figura 9. Foram consideradas as opiniões de 100 provadores (vetores) sobre as sete formulações (F1 a F7).

Figura 9 - Mapa de preferência externo de três vias (TWEPM) para o atributo sensorial (impressão global), aspectos físicos (L^* , C^* e h^*) e aspectos físico-químicos (pH, TA e SS) para o suco misto de frutas vermelhas e água de coco.



*(F1) morango; (F2) framboesa; (F3) amora; (F4) 50% de morango e 50% de framboesa; (F5) 50% de morango e 50% de amora; (F6) 50% de framboesa e 50% de amora; e (F7) 34% de morango, 33% de framboesa e 33% de amora. Acidez titulável (TA) e sólidos solúveis (SS).

Fonte: Do autor (2019).

Pode-se observar pela tabela 2 que os teores de sólidos solúveis variaram entre 5,67 (F3 e F7) a 7,33 °Brix (F1). Estudos comparativos de bebidas mistas compostas por água de coco e acerola, mostraram resultados de sólidos solúveis na faixa de 10 a 12 °Brix (LIMA et al., 2008). Os resultados encontrados são menores que os da literatura o que pode ser explicado pelo fato do suco não ter sido adoçado com açúcar, e sim sucralose. De maneira geral determinadas combinações afetaram significativamente o teor de sólidos. Por exemplo, o teor de sólidos solúveis do suco de amora aumentou quando o suco foi misturado com morango ou framboesa (F5 e F6), e com a união das três frutas (F7), o teor de sólidos solúveis não mudou (5,67 °Brix). Resultados semelhantes também foram encontrados por Schiassi et al. (2018), que determinaram que quando os três sucos de frutas eram misturados em proporções iguais, o teor de sólidos era superior ao dos sucos isolados.

Os valores de pH variaram de 3,48 (F2) a 3,73 (F1), e a acidez titulável variou de 0,52 (F1) a 0,87 g ácido cítrico/100 g (F2). Assim, verificou-se que o suco feito com 100% de morango apresentou o pH mais alto e, conseqüentemente, a menor acidez, e a formulação elaborada com 100% de framboesa apresentou o menor pH e a maior acidez. A acidez do suco de framboesa diminuiu e o pH aumentou quando foi misturado com morango e amora (F4, F6 e F7). Tendência semelhante foi observada por Souza et al. (2014), onde as autoras analisaram diferentes variedades de polpa de framboesa (amarela, preta e vermelha) e relataram que a acidez da framboesa vermelha diminuiu e o pH aumenta quando a mistura contém framboesa preta ou quando as três variedades são combinadas.

Em relação a análise de cor, o parâmetro L* variou de 16,89 a 30,57 (formulações F5 e F1, respectivamente), o parâmetro C* variou de 18,47 (F3) a 30,97 (F2) e o parâmetro h* variou de 14,26 (F3) a 27,89 (F1). O suco composto por 100% de morango foi o que apresentou maior valor de L* e h*, sendo caracterizado por uma tonalidade de cor vermelho claro. Já o suco composto por framboesa foi o que apresentou maior valor do parâmetro C*, sendo assim caracterizado por apresentar uma coloração mais intensa.

Quando o suco de morango foi misturado com amora ou framboesa (F4, F5 e F7), observou-se uma diminuição nos parâmetros de cor L* e h*, e quando o suco de amora foi misturado com framboesa ou morango (F4, F6 e F7), foi observada uma diminuição no valor do parâmetro de cor C*. Rodrigues et al. (2017), Curi et al. (2018) e Schiassi et al. (2018), em geral, também observaram essa tendência em suas formulações de produtos de frutas mistas.

Com base na Tabela 2 e na Figura 9, podemos observar que os sucos compostos por 100% ou 50% de morango (F1, F4 e F5) foram os mais aceitos pelos provadores. As formulações mais aceitas mostraram pontuações variando entre os termos hedônicos 'gostei ligeiramente' a 'gostei moderadamente'. As outras formulações menos aceitas variaram entre os termos hedônicos 'desgostei ligeiramente' a 'gostei ligeiramente', sendo os sucos compostos por 100% de framboesa e 100% de amora (F2 e F3) ou em combinação (F6 e F7). Os resultados sugerem que a framboesa e a amora contribuíram negativamente para a aceitação do suco quando são elaborados de forma isolada (F2 e F3) ou em combinação (F6). No entanto, quando estes frutos foram combinados com morango (F4 e F5), uma maior aceitação sensorial foi observada.

Em estudos semelhantes, tais como o de Curi et al. (2017) e Schiassi et al. (2018) que envolvem suco misto com diferentes tipos de frutas e nos estudos de Souza et al. (2014a) e Schiassi et al. (2019), que desenvolveram geleia de frutas mistas, foi observado que algumas formulações de sucos e geleias de frutas, quando elaborados com frutas isoladas, também não

foram bem aceitos entre os provadores, mas, em geral, apresentaram melhor aceitação quando combinados.

Uma correlação entre as análises físico-químicas, cor instrumental e parâmetros sensoriais (FIGURA 9 e TABELA 2) mostra que as formulações menos aceitas (F2, F3, F6 e F7) foram caracterizadas por apresentar valores geralmente mais altos de acidez e essa correlação também foi observada no estudo de Schiassi et al. (2018) ao avaliarem sucos mistos de frutas do Cerrado, o que indica que os consumidores em geral possuem preferência por sucos com baixa acidez.

4.2 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante

Os valores médios e o desvio padrão para os dados de atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, antocianinas monoméricas totais e ácido ascórbico são apresentados na Tabela 3. A fim de facilitar a visualização dos dados foi gerado a Figura 10 que representa uma análise de componentes principais (PCA) onde se tem a distribuição espacial das amostras e dos atributos avaliados. Através da Tabela 3 e Figura 10, é possível observar que os sucos diferiram em termos de atividade antioxidante e os compostos bioativos avaliados.

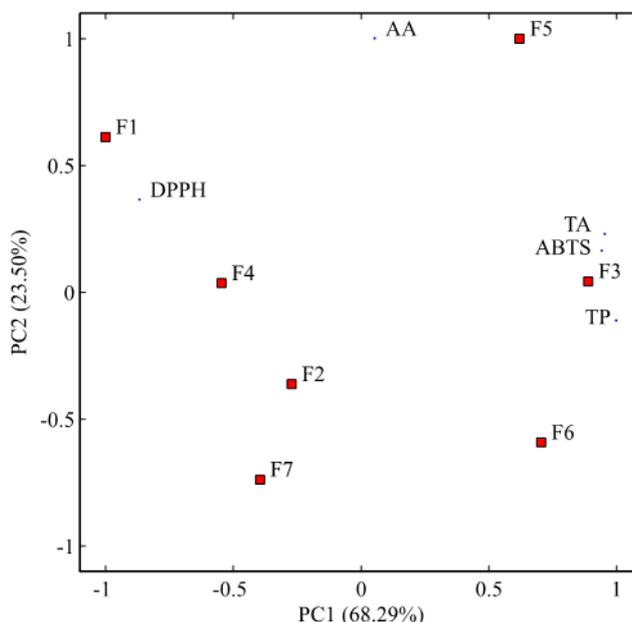
Tabela 3 - Capacidade antioxidante (métodos de ABTS e DPPH), conteúdo de fenólicos totais, antocianinas totais (AT) e ácido ascórbico em sucos mistos de água de coco e frutas vermelhas.

Análises	Formulações						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
ABTS	2,45 ± 0,01 ^e	2,81 ± 0,02 ^d	5,59 ± 0,01 ^b	2,25 ± 0,01 ^f	5,21 ± 0,01 ^c	6,10 ± 0,00 ^a	1,77 ± 0,02 ^g
DPPH EC ₅₀	1433,65 ± 0,30 ^a	574,65 ± 0,11 ^d	450,78 ± 0,15 ^f	918,16 ± 1,91 ^b	486,41 ± 0,27 ^e	367,37 ± 1,96 ^g	604,02 ± 0,66 ^c
Fenólicos Totais	134,84 ± 1,41 ^e	179,02 ± 1,59 ^c	224,78 ± 1,81 ^a	165,29 ± 1,94 ^d	205,44 ± 1,49 ^b	227,10 ± 1,89 ^a	161,29 ± 1,75 ^d
AT	77,38 ± 1,90 ^f	92,19 ± 1,73 ^{ef}	327,91 ± 1,03 ^a	99,87 ± 1,77 ^e	290,73 ± 1,33 ^b	225,69 ± 2,70 ^c	138,36 ± 1,33 ^d
Ácido ascórbico	39,07 ± 0,79 ^b	34,03 ± 1,12 ^c	35,98 ± 1,13 ^c	36,33 ± 0,84 ^c	45,19 ± 0,54 ^a	30,22 ± 0,97 ^d	30,08 ± 0,39 ^d

*Valores médios ± desvio padrão; n = 3. As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$). ABTS ($\mu\text{mol TE/g f. p.}$) - (f. p. - peso fresco); DPPH (EC₅₀ - g f.p./g DPPH); Fenólico total (mg de GAEs/100 g f.p.) - GAE (equivalente ao ácido gálico); Antocianinas totais – AT (mg de cianidina equivalente a 3-glucósido/100 g f.p.); Ácido ascórbico (mg/100 g f. p.). (F1) morango; (F2) framboesa; (F3) amora; (F4) 50% de morango e 50% de framboesa; (F5) 50% de morango e 50% de amora; (F6) 50% de framboesa e 50% de amora; e (F7) 34% de morango, 33% de framboesa e 33% de amora.

Fonte: Do autor (2019).

Figura 10 - Análise de componentes principais (PCA) para as diferentes amostras de formulações de sucos mistos de água de coco com frutas vermelhas, compostos bioativos e atividade antioxidante.



*Atividade antioxidante - ABTS (ABTS); Atividade antioxidante - DPPH EC₅₀ (DPPH); Fenólicos totais (TP); Antocianinas totais (TA); Ácido ascórbico (AA). (F1) morango; (F2) framboesa; (F3) amora; (F4) 50% de morango e 50% de framboesa; (F5) 50% de morango e 50% de amora; (F6) 50% de framboesa e 50% de amora; e (F7) 34% de morango, 33% de framboesa e 33% de amora.

Fonte: Do autor (2019).

De acordo com a Tabela 3, é possível observar que os sucos apresentaram valores de atividade antioxidante - método ABTS variando entre 1,77 (F7) a 6,10 $\mu\text{mol TE/g}$ (F6) e os valores da atividade antioxidante - método DPPH variaram entre 367,37 (F6) a 1433,65 g p.f./g DPPH (F1). A formulação F6, constituída de 50% de framboesa e 50% de amora apresentou maior atividade antioxidante tanto pelo método de ABTS quanto pelo método DPPH, sobrepondo-se aos resultados dos sucos de frutas isolados (F1, F2 e F3), demonstrando um provável feito sinérgico. Segundo Wang et al. (2011), o efeito sinérgico ocorre quando o efeito é maior que a soma dos componentes individuais.

Os sucos apresentaram teores de fenólicos totais e antocianinas variando de 134,84 (F1) a 227,10 (F6) mg de GAEs/100 g p.f. e 77,38 (F1) a 327,91 mg de cianidina equivalente 3-glucósido/100 g p.f. (F3) (tabela 3), respectivamente. De acordo com a classificação proposta por Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008), todos os sucos apresentaram conteúdo médio de fenol, no entanto, as formulações F3 e F6 destacaram-se por apresentar o maior conteúdo fenólico total, e a formulação F3 também apresentou o maior teor de antocianina. Como observado para a atividade antioxidante, certas combinações dão origem a sucos com maior

teor de fenólicos e antocianina do que quando elaborados com frutas isoladas, como é o caso, por exemplo, da formulação F6 para fenólicos totais.

Para o teor de vitamina C, os valores variaram de de 30,08 (F7) a 45,19 mg/100 g p.f. (F5) (tabela 3). De acordo com a classificação de Ramful et al. (2011), todas as formulações podem ser consideradas como tendo conteúdo médio de ácido ascórbico. O teor de ácido ascórbico é significativamente maior nos sucos que são misturas de duas frutas em comparação com os sucos de uma única fruta, relatando a ocorrência de um efeito sinérgico. Tendência semelhante foi observada nos estudos de Rodrigues et al. (2017) (desenvolveu compotas utilizando morango, mirtilo e amora), Curi et al. (2017) (avaliou suco de frutas tropicais – laranja, abacaxi e aqui) e Curi et al. (2018) (desenvolveu geleia utilizando frutas nativas brasileiras - jabuticaba, pitanga e cambuci).

4.3 Otimização de suco misto de água de coco com frutas vermelhas

Os aspectos sensoriais (cor, sabor, consistência e impressão global) dos sucos mistos de água de coco com frutas vermelhas foram convertidos em função desejabilidade para a otimização das formulações. Em relação as variáveis sensoriais, o modelo quadrático para a função desejabilidade foi ajustado conforme modelo expresso pela Equação 1.

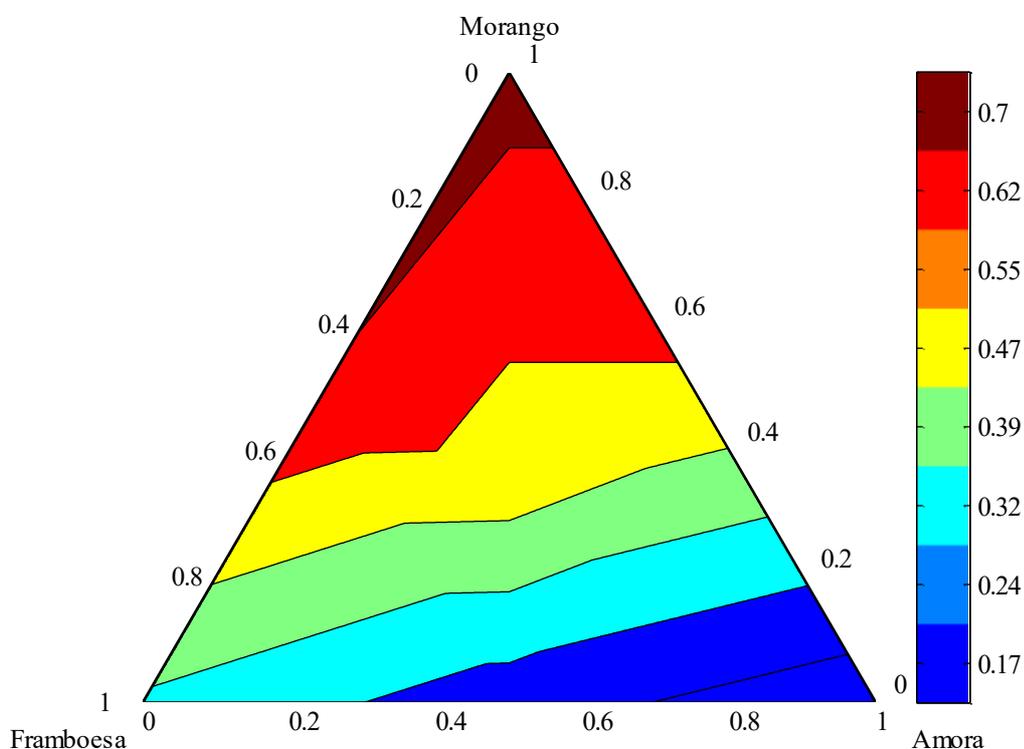
Valores de R^2 maiores que 0,7, regressões significativas ($P \leq 0,05$) e falta de ajuste não significativo ($P \geq 0,05$) indicam que o modelo utilizado foi adequado (HENIKA, 1982).

$$D_s = 0.73X_1^* + 0.38X_2^* + 0.13X_3 + 0.53X_1X_2 + 0.62X_1X_3 - 0.05X_2X_3 \quad (1)$$

Onde X_1 é a fração de mássica do suco de morango, X_2 é a fração de mássica do suco de framboesa e X_3 é a fração de mássica do suco de amora. O símbolo * indica que o coeficiente foi significativo ($P \leq 0,05$).

Com base na equação predita de desejabilidade sensorial, uma curva de contorno (FIGURA 11) foi gerada e uma região ótima foi obtida. Essa região representa as bandas com a melhor cor, sabor, consistência e impressão global.

Figura 11 - Curva de contorno para a função de desejabilidade sensorial para os sucos de frutas vermelhas.



Fonte: Do autor (2019).

Com base na curva de contorno (Figura 11) a região de maior aceitação do suco misto de água de coco com frutas vermelhas, a formulação deve conter de 50 e 100% para morango, 0 e 65% para framboesa vermelha e 0 a 40% para amora-preta. Conforme verificado na Tabela 2, as formulações de suco misto elaboradas com maiores proporções de morango, em geral, foram as mais aceitas entre os provadores.

Em relação aos atributos nutricionais (compostos bioativos e atividade antioxidante), não foi possível o ajuste de nenhum modelo matemático. No entanto, através do PCA, foi possível verificar que as formulações contendo maiores proporções de amora-preta; em geral, se destacaram nutricionalmente, apresentando a maior atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH (F6), ácido ascórbico (F5), compostos fenólicos e antocianinas totais (F3).

Portanto, o uso do limite máximo de amora-preta é recomendado dentro da região ideal de aceitação, ou seja, 40%. A seguinte proporção é recomendado por questões nutricionais, e as proporções de morango e framboesa podem ser flexíveis, sendo a definição das faixas influenciadas por questões de custos do produto final, safra, entre outros fatores. Sendo assim,

os sucos mistos devem conter de 50-60% de morango, 40% de amora-preta e de 0-10% de framboesa. Para alcançar a mais alta aceitação sensorial, é necessário pelo menos 50% de morango. O uso de framboesa na composição influenciará outros fatores, como custo.

A mistura de frutas pode ser sensorial e nutricionalmente vantajosa, pois pode aumentar o conteúdo de vitaminas, minerais e sólidos solúveis, melhorar a cor e a consistência, além de equilibrar sabores fracos, leves e fortes, principalmente com alta acidez, adstringência ou amargura de certos frutos (CURI et al., 2017; SCHIASSI et al., 2018; SOBHANA et al., 2015). Conforme observado neste trabalho, a formulação de produtos feitos com duas ou mais frutas é realmente de interesse dos consumidores.

5 CONCLUSÃO

A mistura de duas ou mais frutas apresenta forte influência nas características físicas, físico-químicas, nutricionais e sensoriais do suco misto de água de coco com frutas vermelhas, visto que certas combinações podem aumentar os valores nutricionais e aceitação sensorial dos sucos desenvolvidos. A utilização da mistura de frutas vermelhas para o desenvolvimento de bebidas mistas apresenta-se como uma alternativa viável e interessante, e de acordo com a otimização, sucos com maior qualidade sensorial e nutricional devem conter 50-60% de morango, 40% de amora-preta e 0-10% de framboesa.

REFERÊNCIAS

- ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. **A Indústria de Refrigerantes e de Bebidas não alcoólicas**. 2012. Disponível em: <<http://www.abir.org.br/>>. Acesso em: 06 nov. 2019.
- ALMEIDA, M. M. B. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.
- ANDRADE, R. S. G. et al. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, v. 27, p. 393-401, 2002.
- ANTUNES, L. E. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002.
- ANTUNES, L. E. C. et al. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 100-111, 2014.
- ARAGÃO, W. M. et al. Caracterização morfológica e química da água de coco de cultivares de coqueiro. SEMINÁRIO DE PESQUISA, 1, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAP-SE, 2003. *online*.
- ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, I. V.; CRUZ, E. M. O. **Água-de-coco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 32 p.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 601 p.
- BARBOSA, S. J. **Qualidade de suco em pó de misturas de frutas obtido por spray drying**. 2010. 125 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)- Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2010.
- BATES, R. P.; MORRIS, J. R.; CRANDALL, P. G. Principles and practices of small - and medium - scale fruit juice processing. FAO Agricultural Services Bulletin, 146. **Food Science and Human Nutrition Department**. FAO: United States, 2001. 219 p.
- BEATTIE, J.; CROZIER, A.; DUTHIE, G. G. Potential health benefits of berries. **Current Nutrition & Food Science**, v. 1, p. 71-86, 2005.
- BENASSI, M. 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.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free- radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 2.314, de 5 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 set. 1997. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/decreto-no-2-314-de-4-de-setembro-de-1997.doc/view>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 04 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 de set. 2003. Disponível em: <<http://www.idec.org.br>>. Acesso em: 4 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 27, de 22 de julho de 2009. Aprova regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade da Água de coco. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de jul. 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/bebidas>>. Acesso em: 4 set. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Aprova o Regulamento de Registro, a Padronização, a Classificação, a Inspeção e a Fiscalização da Produção e do Comércio de Bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 de jun. 2009. Seção I. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. 2016.

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

BRITO, E. S. et al. Anthocyanins present in selected tropical fruits: acerola, jambolão, jussara, and guajiru. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 9389-9394, 2007.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Revista Colombiana de Ciência Químico-Farmacéuticas**, v. 40, p. 116-138, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735 p.

CORNELL, J. A. **Experiment with mixtures: design, models and analysis of mixtures data**. New York: John Wiley, 2002. p. 22-95.

COSTA, G. N. S. et al. Desenvolvimento de um iogurte sabor juçai (*Euterpe edulis* Martius): avaliação físico-química e sensorial. **Revista eletrônica TECCEN**, v. 5, n. 2, p. 43-58, 2012.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos Funcionais**. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010. 536 p.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, v. 26, n. 8, p. 965-1096, 2009.

CUNHA, M. C. **Impacto do processamento, embalagem e tempo de armazenamento sobre a qualidade da geleia de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich)**. 2016. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

CURI, P. N. et al. Optimization of native Brazilian fruit jelly through desirability-based mixture design. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 2, p. 388-395, 2018.

CURI, P. N. et al. Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional characteristics. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 2, p. 308-314, 2017.

DAMODARAN, S.; PAKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010. 900 p.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Amora preta ocupa espaço no mercado da indústria e de mesa ao valorizar o seu potencial**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7893485/a-amora-preta-ocupa-espaco-no-mercado-da-industria--e-de-mesa-ao-valorizar-o-seu-potencial>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Programa de produção integrada de morango**, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8760286/programa-de-producao-integrada-de-morango---pimo-entra-na-segunda-fase>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

FARAONI, A. S. et al. Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 911-917, 2012.

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

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. A importância da Vitamina C na sociedade através dos tempos. **Química e Sociedade**, n. 17, p. 1-5, 2003.

FROEHLICH, A. Água de coco: aspectos nutricionais, microbiológicos e de conservação. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 1, p. 175-181, 2015.

GENNADIOS, A. et al. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 3, p. 585-589, 1996.

GOMES, P. **Fruticultura brasileira**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 2007. p. 342-348.

GONÇALVES, E. D. et al. **Implantação, cultivo e pós-colheita de framboesa no Sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 5 p. (Circular Técnica, 145).

HENIKA, G. R. Use of response surface methodology in sensory evaluation. **Food Technology**, v. 36, n. 11, p. 96-101, 1982.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa* Duch) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 270-276, 1999.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de biomas e vegetação**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.html>>. Acesso em: 4 nov. 2019.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. (1. ed. digital). São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

ISLAM, F. M. A. et al. Association between seed coat polyphenolics (Tannins) and disease resistance in common bean. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 58, p. 285-297, 2003.

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.

JACQUES, A.; ZAMBIAZI, R. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 245-259, 2011.

JEPSON, R. G.; CRAIG, J. C. **The American heritage science dictionary**. North America: Houghton Mifflin Company, 2005.

JUNIOR, C. R. et al. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. **Revista Campo & Negócios**, v. 1, p. 58-59, 2014.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. p. 532.

KHANI, R.; RAHMANIAN, R.; MOTLAGH, N. V. UV-Visible spectrometry and multivariate calibration as a rapid and reliable tool for simultaneous quantification of ternary mixture of phenolic acids in fruit juice samples. **Food Analytical Methods**, v. 9, n. 5, p. 1112-1119, 2015.

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**, v. 28, p. 179-182, 2012.

KULA, M. et al. Phenolic composition of fruits from different cultivars of red and black raspberries grown in Poland. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 52, p. 74-82, 2016.

LABOISSIÉRE, L. H. E. S. et al. Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on sensory characteristics of yellow passion fruit juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 8, n. 4, p. 469-477, 2007.

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

LIMA, A. S. et al. Development of a blended beverage consisting of coconut water and acerola juice. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 3, p. 683-690, 2008.

MACFIE, H. J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

MAGALHÃES, S. C. et al. Estudo comparativo da aceitação de água de coco in natura, refrigerada e industrializada. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19, 2004, Recife. **Anais...** Recife, 2004. *online*.

MANGANARIS, G. A. et al. Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 825-833, 2013.

MARIOD, B. A. et al. Antioxidant activities of phenolic rich fractions (PRFs) obtained from black mahlab (*Monechma ciliatum*) and white mahlab (*Prunus mahaleb*) seedcakes. **Food Chemistry**, v. 118, p. 120-127, 2009.

MARQUES, K. K. et al. Differences in antioxidant levels of fresh, frozen and freeze-dried strawberries and strawberry jam. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 61, p. 759-769, 2010.

MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. p. 51.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIN, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 138-141, 2002.

MOBLICCI, N. **Panorama do mercado brasileiro de Bebidas não-alcólicas**. 2019. Disponível em: <https://sintec.com/pt-br/p_innovador/panorama-do-mercado-brasileiro-de-bebidas-nao-alcoolicas/>. Acesso em: 17 nov. 2019.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Atividade antioxidante das especiarias mostarda, canela e erva doce em sistemas aquoso e lipídico. **Nutrire**, v. 25, p. 31-46, 2003.

MOREIRA, C. F. F.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Impacto da estocagem sobre atividade antioxidante e teor de ácido ascórbico em sucos e refrescos de tangerina. **Revista de Nutrição**, v. 25, n. 6, p. 743-752, 2012.

MORENO-ALVAREZ, M. J. et al. Estabilidade de antocianinas em jugos pasteurizados de mora (*Rubus glaucus* Benth). **Alan**, v. 52, n. 2, p. 181-186, 2002.

NEGOITA, M.; CATANĂ, L.; CATANA, M. et al. **Testing the behaviour to processing of some raspberry cultivars**. International Society for Horticultural Science, 2012.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Editora Sarvier, 2006. p. 1202.

NIKKI, E. Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 49, p. 503-515, 2010.

NUNES, C. A. et al. Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 11, p. 2003-2010, 2012.

NUNES, C.A.; PINHEIRO, A.C.M.; BASTOS, S.C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies, Malden**, v. 26, n. 2, p. 167-174, 2011.

OLIVEIRA, J. E. D.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Editora Sarvier, 2006. 403 p.

OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, v. 108, n. 655, p. 35-38, 2005.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

OLUDEMI, F. O.; AKAMBI, C. T. Chemical, antioxidant and sensory properties of tomato-watermelon- pineapple blends, and changes in their total antioxidant capacity during storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, p. 1416-1425, 2013.

PALACIO, D. N. M. **Concentração de suco clarificado de açaí por osmose inversa**. 2008. 86 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de processos químicos e bioquímicos)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PANTELIDIS, G. E. et al. Antioxidants capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and cornelian cherries. **Food Chemistry**, v. 102, 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.

PAULA, F. J. A. et al. Effects of pre- and post-harvest factors on the selected elements contents in fruit juices. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 33, p. 384-391, 2015.

PELEGRINE, D. H. G.; ANDRADE, M. S.; NUNES, S. H. Elaboração de geleias a partir de misturas binárias compostas pelas polpas de laranja e acerola. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 124-129, 2015.

PENTEADO, M. V. V. C. **Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos**. Barueri: Editora Manole. 2003. 612 p.

PEREIRA, A. C. S. et al. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco, polpa de abacaxi e acerola. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 59, n. 4, p. 441-447, 2009.

- PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005. 95 p.
- PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.
- PINTO, M. S. **Compostos bioativos e cultivares brasileiras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch): caracterização e estudo da biodisponibilidade dos derivados de ácido elágico**. 2008. 138 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- PLESSI, M.; BERTELLI, D.; ALBASINI, A. Distribution of metals and phenolics compounds as a criterion to evaluate variety of berries and related jams. **Food Chemistry**, v. 100, p. 419-427, 2007.
- RADIN, B. et al. 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.
- RAMFUL, D. et al. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2088-2099, 2011.
- RAO, A. V.; SNYDER, D. M. Raspberries and human health: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 7, p. 387-381, 2010.
- RASEIRA, M. C. B. et al. **Aspectos técnicos da cultura da framboeseira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 22 p. (Documentos, 120).
- RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology e Medicine**, v. 26, p. 1231–1237, 1999.
- RIBEIRO, L. O.; MENDES, M. F.; PEREIRA, C. S. S. Avaliação da composição centesimal, mineral e teor de antocianinas da polpa de juçuí (*Euterpe edulis* Martius). **Revista eletrônica TECCEN**, v. 4, n. 2, p. 5-16, 2011.
- ROCHA, D. A. et al. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 2008.
- RODRIGUES, L. M. et al. Physical and chemical characterization and quantification of bioactive compounds in berries and berry jams. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 1853-1864, 2017.
- ROSA, J. S. et al. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.
- SCAPIN, D.; FACCO, E. M.; CHILANTI, G. Avaliação da composição e atividade antioxidante de sucos mistos produzidos no sul do Brasil. **Higiene Alimentar**, v. 33, p. 1249-1253, 2019.

SCHIASSI, M. C. E. V. et al. Berry jelly: optimization through desirability-based mixture design. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 6, 2019. doi: 10.1111/1750-3841.14634.

SCHIASSI, M. C. E. V. et al. Mixed fruit Juices from Cerrado: optimization based on sensory properties, bioactive compounds and antioxidant capacity. **British Food Journal**, v. 120, n. 10, p. 2334-2348, 2018.

SEERAM, N. P. et al. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 54, p. 9329-9339, 2006.

SOBHANA, A. et al. Blending of cashew apple juice with fruit juices and spices for improving nutritional quality and palatability. **Acta Horticulturae**, v. 1080, n. 1, p. 369-375, 2015.

SOUSA, P. H. M. **Desenvolvimento de néctares mistos de frutas tropicais adicionados de *Ginkgo biloba* e *Panax ginseng***. 2006. 154 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SOUSA, P. H. M. et al. Storage stability of a tropical fruit (cashew apple, acerola, papaya, guava and passion fruit) mixed nectar added caffeine. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 2162–2166, 2010.

SOUZA, V. R. et al. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

SOUZA, V. R. et al. Evaluation of the jelly processing potential of raspberries adapted in Brazil. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 3, p. 407-412, 2014.

SILVA, F. V. G. et al. Composição mineral de bebida mista elaborada com água-de-coco e suco de maracujá. **Visão Acadêmica**, v. 7, p. 25-28, 2006.

SILVA, P. A. **Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras - MG, armazenados em temperatura ambiente**. 2006. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Nobel, 2001. p. 25-27.

SILVIA, M.; COZZOLINO, F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 3. ed. Barueri: Editora Manole, 2009. 1172 p.

SIMÕES, A. N. et al. Caracterização química de pendúculos de caju CCP-76 em diferentes estádios de desenvolvimento. **Caatinga**, v. 14, n. 1, p. 75-78, 2001.

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

STRIK, B. C. Berry crops: worldwide area and production systems. In: ZHAO, Y. (Ed.). **Berry Fruit: value-added products for health promotion**. New York: CRC press – Taylor & Francis Group, 2007. p. 3-49.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. p. 268-302.

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

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

TALCOTT, S. T. Chemical components of berry fruits. In: ZHAO, Y. (Ed.). **Berry Fruit: value-added products for health promotion**. New York: CRC press, 2007, p. 51-72.

TOSUN, I.; USTUN, N. S.; TEKGULER, B. Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 87-90, 2008.

VALQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M. **Química das bebidas**, 2018. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/site/publicacoes/Ebook_Qu%C3%ADmica_das_Bebidas_publica%C3%A7%C3%A3o_final_2018.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2019.

VANDRESEN, S. **Caracterização físico-química e comportamento reológico de sucos de cenoura e laranja e suas misturas**. 2007. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)—Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas**. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010. 492 p.

VILLAMOR, R. R. et al. Preference mapping of frozen and fresh raspberries. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 6, p. S911-S919, 2013.

VIZZOTO, M. **Amora-preta: uma fruta antioxidante**. Artigo de divulgação na mídia - Embrapa Clima Temperado, 2008.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais das pequenas frutas. **Informe Agropecuário**, 2012. p. 84-88.

WANG, S. et al. Synergistic, additive, and antagonistic effects of food mixtures on total antioxidant capacities. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 59, p. 960-968, 2011.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E (Ed.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons. 2002. p. 1111-1118.

WROLSTAD, R. E. **Color and pigment analyses in fruit products**. Corvallis: Oregon State University, 1993.

YOUSEFI, G.; YOUSEFI, S.; EMAM-DJOMEH, Z. A comparative study on different concentration methods of extracts obtained from two raspberries (*Rubus idaeus* L.) cultivars: evaluation of anthocyanins and phenolics contents and antioxidant activity. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, p. 1179-1186, 2013.

ZANDONÁ, P. G. **Produção de suco de maçã com pequenos frutos (amora, framboesa e morango): aspectos físico-químicos, bioativos e sensoriais**. 2017. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

ZHAO, Y. **Berry fruit: value-added products for health promotion**. Boca Raton: CRC, 2007. 430 p.