

GEAN CHARLES MONTEIRO

**FITOQUÍMICA E PERFIL SENSORIAL DE SUCOS DE UVAS E SEUS
SUBPRODUTOS**

**Botucatu
2020**

GEAN CHARLES MONTEIRO

**FITOQUÍMICA E PERFIL SENSORIAL DE SUCOS DE UVAS E SEUS
SUBPRODUTOS**

Tese de Doutorado, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura) apresentado à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Giuseppina Pace Pereira
Lima

Coorientadores: Prof. Dr. Marco Antonio Tecchio e
Prof. Dr. Igor Otávio Minatel

Botucatu

2020

M775f Monteiro, Gean Charles
Fitoquímica e perfil sensorial de sucos de uvas e seus subprodutos / Gean Charles Monteiro. -- Botucatu, 2020
88 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientadora: Giuseppina Pace Pereira Lima
Coorientador: Marco Antonio Tecchio Igor Otávio Minatel

1. Compostos bioativos. 2. Atividade antioxidante. 3. Suplementação alimentar. 4. Compostos fenólicos. 5. Aminas biogênicas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

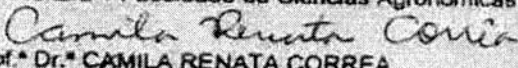
Título "FITOQUÍMICA E PERFIL SENSORIAL DE SUCOS DE UVAS E SEUS SUBPRODUTOS"

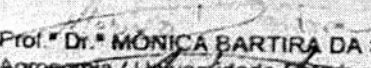
AUTOR: GEAN CHARLES MONTEIRO
ORIENTADORA: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA
COORIENTADOR: MARCO ANTONIO TECCHIO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof.ª Dr.ª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA
Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP


Prof.ª Dr.ª SARITA LEONEL
Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP


Prof.ª Dr.ª CAMILA RENATA CORREA
Unidade de Pesquisa Experimental / Faculdade de Medicina de Botucatu - Unesp


Prof.ª Dr.ª MÔNICA BARTIRA DA SILVA
Agronomia / Universidade Estadual de Mato Grosso - Videoconferência


Prof. Dr. HECTOR ALONZO GOMEZ GOMEZ
Alimentos / Facultad de Ciencias Tecnológicas - Videoconferência

Botucatu, 27 de março de 2020.

*À minha namorada, **Juliana Arruda Ramos.***

*Aos meus pais, **Mari e Bonifácio Monteiro e**
irmão Diego.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Mari e Bonifácio e meu irmão pela compreensão, apoio e amor.

À minha companheira, Juliana, por toda dedicação, luta e paciência.

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Ao Departamento de Horticultura pela oportunidade da realização do Doutorado em Agronomia (Horticultura).

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado, que disfrutei o máximo que pude no período do doutorado;

À minha orientadora, Prof^a Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima, pela amizade, ensinamentos, discussões e conversas que certamente me lembrarei para o resto da vida. Prometo que sempre buscarei a perfeição e ajudar os outros como você faz tão bem, além do espaço e confiança que sempre esteve presente.

Ao Prof Dr. Igor Otavio Minatel, pela coorientação, amizade, ensinamentos, existência e pela dedicação, sempre compartilhando seus conhecimentos.

Ao Prof Dr. Marco Antonio Tecchio, pela coorientação, por seus ensinamentos e compartilhamento de seus conhecimentos, além da amizade.

Aos professores e amigos que contribuíram pela minha formação e crescimento profissional, do início até agora.

Aos funcionários da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA e IB).

Aos amados amigos e irmãos de orientação, Adilson Pimentel Júnior, Carla Beatriz de Souza, Cristine Vanz Borges, Estevão P. Gomes, Héctor Alonzo Gomez-Gomez, João P. C. de Camargo, Luan Fernando O. S. Rodrigues, Fabrício Custódio, Francisco J. Domingues Neto, Letícia S. P. Basílio, Luís Felipe Baldini, Mariele Coral, Marla Silvia Diamante, Mônica Bartira da Silva, Santino Seabra Júnior, pela amizade e auxílio nos trabalhos.

Aos amigos e companheiros da Mato-Minas, Bruno, Hugo, Jean, Júlio, Rafael, Vinicius e Vitor pela amizade.

A todos que contribuíram minimamente nessa conquista e que, de alguma forma, participaram dessa jornada.

Muito obrigado!

Palavras sinceras são as maiores defesas neste mundo obscuro.

Não desista, você chegará aonde bem desejar se persistir.

E acima de tudo, seja você mesmo.

RESUMO

O mercado de suco de uva está em crescimento, principalmente pelos benefícios do consumo a saúde. Várias soluções tecnológicas foram propostas para melhorar a cadeia produtiva, como a combinação de uvas e até mesmo o aproveitamento do resíduo do processo de produção, contribuindo na qualidade funcional, econômica e ambiental. No Brasil, uvas *Vitis labrusca* e híbridas representam a maioria daquelas destinadas aos sucos. A uva híbrida 'Niagara Rosada' que apresenta alta produtividade e aceitabilidade, com excedente de produção, pode ser uma opção para a produção de suco e utilização do resíduo para suplementação alimentar. Dessa forma, o perfil de compostos fenólicos e nitrogenados, bem como capacidade antioxidante e bioativa, coloração e sensorial foram realizadas com o objetivo de verificar a qualidade dos sucos de uva e seus resíduos produzidos a partir de combinações de 'Niagara Rosada'. Os sucos foram elaborados com 'Bordo', 'BRS Violeta', 'IAC 138-22 Máximo', separadamente e em blends com 'Niagara Rosada'. Os sucos foram produzidos por prensagem a quente, engarrafados (vidro âmbar) e pasteurizados. Um controle comercial (C) de 'Niagara Rosada' também foi analisado junto aos sucos. Os resíduos da produção do suco (bagaços) foram secos, moídos, embalados e armazenados para as análises. Treze misturas foram produzidas independentemente usando 100, 75, 50 e 25% de cada cultivar e em combinação com 'Niagara Rosada'. O perfil de polifenóis e compostos nitrogenados foram analisados via HPLC. Compostos fenólicos totais, antocianinas totais e a atividade antioxidante (FRAP, ABTS e DPPH) também foi determinada por espectrofotometria. A cor dos sucos foi analisada usando o sistema CIELab. Os atributos sensoriais foram analisados por notas de preferência (cor, aroma, sabor, corpo e geral), bem como a intensidade de cor visual e intenção de compra do consumidor. A adição de uvas vermelhas na composição contribuiu para o maior conteúdo de compostos fenólicos, nitrogenados e atividade antioxidante dos sucos e farinhas, além de atributos de cor superiores aos sucos elaborados apenas com 'Niagara Rosada'. Maiores porcentagens de uvas 'BRS Violeta' incrementam os potenciais bioativos do suco e farinha, proporcionando aumento na capacidade antioxidante. Os híbridos 'IAC 138-22 Máximo', 'Bordo' e 'BRS Violeta' são boas alternativas nas misturas com uvas roses para produção de sucos e aproveitamento residual como farinha, aumentando a qualidade bioativa. Para utilizar o excesso de produção, sucos elaborados com até

50% de 'Niagara Rosada' podem ser uma boa alternativa para a produção de sucos integrais, sem grandes perdas na qualidade nutricional, funcional e sensorial. Suco com 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada', apresenta ser o melhor blend a ser realizado, com bons níveis de compostos e alta aceitabilidade.

Palavras-chave: *Vitis* spp. Compostos bioativos. Atividade antioxidante. Suplementação alimentar. Compostos fenólicos. Aminoácidos.

ABSTRACT

The grape juice market is growing, mainly due to the health benefits of consumption. Various technological solutions have been proposed to improve the production chain, such as the combination of grapes and even the use of the residue of the production process, contributing to functional, economic and environmental quality. In Brazil, *Vitis labrusca* and hybrid grapes represent the majority of those destined for juices. The hybrid grape 'Niagara Rosada', which presents high productivity and acceptability, with surplus production, can be an option for the production of juice and use of the residue for food supplementation. Thus, the profile of phenolic and nitrogen compounds, as well as antioxidant and bioactive capacity, coloring and sensory were carried out with the aim of verifying the quality of grape juices and their residues produced from 'Niagara Rosada' combinations. The juices were made with 'Bordo', 'BRS Violeta', 'IAC 138-22 Máximo', separately and in blends with 'Niagara Rosada'. The juices were produced by hot pressing, bottled (amber glass) and pasteurized. A commercial control (C) of 'Niagara Rosada' was also analyzed with the juices. The juice production residues (bagasse) were dried, ground, packaged and stored for analysis. Thirteen mixtures were produced independently using 100, 75, 50 and 25% of each cultivar and in combination with 'Niagara Rosada'. The profile of polyphenols and nitrogen compounds were analyzed via HPLC. Total phenolic compounds, total anthocyanins and antioxidant activity (FRAP, ABTS and DPPH) were also determined by spectrophotometry. The color of the juices was analyzed using the CIELab system. Sensory attributes were analyzed by preference notes (color, aroma, flavor, body and overall liking), as well as the intensity of visual color and the purchase intention of the consumer. The addition of red grapes in the composition contributed to the higher content of phenolic, nitrogenous compounds and antioxidant activity of juices and flours, in addition to color attributes superior to the juices made only with 'Niagara Rosada'. Higher percentages of 'BRS Violeta' grapes increase the bioactive potential of juice and flour, providing an increase in antioxidant capacity. The hybrids 'IAC 138-22 Máximo', 'Bordo' and 'BRS Violeta' are good alternatives in blends with rose grapes for juice production and residual use as flour, increasing bioactive quality. To use excess production, juices made with up to 50% 'Niagara Rosada' can be a good alternative for the production of whole juices, without major losses in nutritional,

functional and sensory quality. Juice with 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada', is the best blend to be made, with good levels of compounds and high acceptability.

Keywords: *Vitis* spp. Bioactive compounds. Antioxidant activity. Food supplementation. Phenolic compounds. Biogenic amines. Amino acids.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 - Conteúdo de compostos fenólicos (mg L^{-1}) e atividade antioxidante das diferentes misturas de sucos de uva.....	35
Tabela 2 - Parâmetros colorimétricos das diferentes misturas de suco de uva.....	36
Tabela 3 - Parâmetros sensoriais de diferentes blends de suco de uva.....	40
Tabela 4 - Conteúdo de compostos nitrogenados (mg L^{-1}) nas diferentes misturas de sucos de uva.....	43

Capítulo 2

Tabela 1 - Compostos fenólicos individuais (mg kg^{-1} DW) em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes combinações de uvas.....	65
Tabela 2 - Antocianinas (TAC) e compostos fenólicos totais (TPC) e atividade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes combinações de uvas.....	66
Tabela 3 - Conteúdo de compostos nitrogenados (mg kg^{-1} DW) em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes combinações de uvas.....	69

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	19
CAPÍTULO 1 – COMPOSIÇÃO BIOATIVA E SENSORIAL DE SUCOS INTEGRAIS DE UVA EM BLENDS ELABORADOS COM 'NIAGARA ROSADA'.....	24
1.1 INTRODUÇÃO.....	26
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
1.2.1 Produtos químicos.....	28
1.2.2 Localização experimental, cultivares de uvas e condições de crescimento e colheita.....	28
1.2.3 Processamento do suco de uva.....	29
1.2.4 Análise de compostos fenólicos individuais por UHPLC uva.....	30
1.2.5 Capacidade antioxidante <i>in vitro</i>	30
1.2.6 Análise do conteúdo de aminoácidos (AA) e aminas biogênicas (ABs) via HPLC.....	31
1.2.7 Medidas de cor.....	31
1.2.8 Análise sensorial.....	32
1.2.9 Análise estatística.....	32
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
1.3.1 Compostos fenólicos, atividade antioxidante, cor e sensorial.....	33
1.3.2 Aminoácidos e aminas biogênicas em sucos elaborados com diferentes uvas.....	42
1.3.3 Análise de componentes principais (PCA) e hierárquica de cluster (HCA).....	46
1.4 CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS.....	51
CAPÍTULO 2 – COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE FARINHA DE UVA.....	55
2.1 INTRODUÇÃO.....	57
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.2.1 Produtos químicos.....	58

2.2.2	Cultivares de uvas, localização e condições de cultivo e colheita das uvas.....	59
2.2.3	Processamento dos resíduos dos sucos de uva para a produção de farinha.....	59 60
2.2.4	Análises.....	60
2.2.4.1	Compostos fenólicos totais (TPC) e antocianinas totais (TAC).....	61
2.2.4.2	Capacidade antioxidante <i>in vitro</i>	61
2.2.4.3	Análise de compostos fenólicos via HPLC.....	
2.2.4.4	Análise do conteúdo de aminoácidos (AA) e aminas biogênicas via HPLC.....	62 62
2.2.5	Análise estatística.....	
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
2.3.1	Compostos fenólicos e atividade antioxidante em farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco com diferentes uvas.....	63
2.3.2	Aminoácidos e aminas biogênicas em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes uvas.....	67
2.3.3	Análise de componentes principais (PCA) e de cluster (HCA).....	72
2.4	CONCLUSÕES.....	75
	REFERÊNCIAS.....	76
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
	REFERÊNCIAS	81
	Apêndice A - Correlação do conteúdo de compostos fenólicos, atividade antioxidante, cor e sensorial das diferentes misturas de sucos de uva.....	85
	Apêndice B - Correlação do conteúdo de compostos nitrogenados e atividade antioxidante das diferentes misturas de sucos de uva.....	86
	Apêndice C - Correlação do conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante das diferentes misturas de farinhas de uva.....	87
	Apêndice D - Correlação do conteúdo de compostos nitrogenados e atividade antioxidante das diferentes misturas de farinhas de uva.....	88

INTRODUÇÃO GERAL

A uva pertence à Família Vitaceae e ao gênero *Vitis*. Entre as uvas cultivadas, as mais comuns são *Vitis labrusca* L. (americanas) e *Vitis vinifera* L. (europeias). As americanas são principalmente utilizadas para consumo *in natura* e para a produção de sucos e vinhos comuns e as europeias para produção de vinhos finos (LEÃO et al., 2012). Diversas pesquisas buscando cultivares resistentes a pragas, doenças, climas adversos e com maior produtividade, conseguiram obter uvas híbridas (THEOCHARIS et al., 2010) que podem ser cultivadas em climas mais quentes (NATIVIDADE et al., 2013; DA SILVA et al., 2019). No Brasil, uvas híbridas e *Vitis labrusca* representam mais de 85% do volume de uvas processadas (LAGO-VANZELA et al., 2011).

Em 2017, a produção brasileira alcançou 1.912.034 toneladas (t) em 75,51 mil hectares (FAOSTAT, 2019), enquanto o mundo produziu 74.276.583 t, alcançando 2,57% da produção mundial de uvas. De acordo com dados do levantamento sistemático da produção agrícola, em 2017 a produção do estado de São Paulo chegou a 243.652 toneladas, com maior produção de uvas comum para mesa (183.244 ton), seguidas da uva fina para mesa (58.869 ton) e indústria (1.538 ton) (IEA, 2019). No Brasil, a viticultura apresenta impacto na geração de emprego e renda, para pequenos produtores e grandes empreendimentos, proporcionando desenvolvimento e turismo nessas regiões produtoras (DE MELLO, 2017).

Nos anos de 2005 a 2014, o Brasil apresentou um aumento no consumo de suco de uva de 570%, chegando ao patamar de 90,3 milhões de litros (IBRAVIN, 2015), com um consumo interno per capita de 1,23 litros ano (DE MELLO, 2018). No entanto, as exportações do suco de uva congelado ou não para o mercado externo, também apresentam incremento de 71,3% quando comparado o primeiro semestre de 2015 para 2019, como principal destino o Japão, chegando a 1249,6 toneladas neste período (MDIC, 2019).

Nos últimos anos, estudos com uvas destinadas à elaboração de sucos têm aumentado nas diferentes regiões do Brasil, como no Estado de São Paulo. Esses trabalhos demonstraram a presença de altos conteúdos de compostos bioativos nas cultivares híbridas e *Vitis labrusca*, como 'Bordo', 'Isabel Precoce', 'BRS Carmem', 'BRS Cora' e 'IAC 128-22 Máximo' (LAGO-VANZELA et al., 2011; DA SILVA et al., 2019). No estado de São Paulo a principal uva de mesa produzida é a 'Niagara

Rosada', consumida preferencialmente *in natura* é pouco utilizada na produção de sucos pela sua coloração, no entanto, apresenta alta produtividade e grande excedente de produção, o que favorece na utilização dessa cultivar em combinações com outras uvas mais pigmentadas.

A uva e seus derivados, como vinhos e sucos, cada vez mais vem sendo consumidos, principalmente pela sua relevância na promoção da saúde (LIMA et al., 2014; TOALDO et al., 2015). No entanto, ainda são poucos os estudos realizados sobre os resíduos dos derivados das uvas (suco e vinho), os quais já demonstraram potencial na suplementação de compostos (TAŞERI et al., 2018; TAVARES et al., 2019) com potencial antioxidante. Há utilização de resíduos derivados da produção de vinho e suco de uva, apresentam grande potencial econômico com sustentabilidade. O uso desse tipo de material além de ser ecologicamente correto, pode inferir na saúde via suplementação alimentar pela presença de compostos, além de outras utilidades.

Pesquisas têm sido realizadas em relação ao consumo de alimentos ricos em compostos bioativos e os resultados são relevantes (KIMOKOTI; MILLEN, 2016; BERES et al., 2019). As uvas apresentam uma diversidade de compostos antioxidantes, incluindo os compostos fenólicos (flavonoides, antocianinas, resveratrol e taninos), os quais são descritos por apresentarem diversos benefícios para a saúde (DA SILVA et al., 2019; TAVARES et al., 2019). No entanto, além dos compostos fenólicos, uvas também apresentam em sua composição aminas biogênicas (GOMEZ-GOMEZ et al., 2018), que aumentam o potencial bioativo (PEREIRA; MARASCHIN, 2015; PAPAGEORGIOU et al., 2018), no entanto, dependendo dos teores, podem ser tóxicas (LARQUÉ et al., 2007).

Os compostos fenólicos são os principais metabólitos produzidos por *Vitis* spp. e estão diretamente ou indiretamente relacionados a qualidade e aos benefícios à saúde (GARRIDO; BORGES, 2013). Esses compostos apresentam propriedades antioxidantes, neuroprotetor, antimicrobianas, anticancerígenas, anti-inflamatórias, antifúngica, antitrombótica, antidiabético, anti-obesidade e redução em problemas vasculares (SMERIGLIO et al., 2016; KHOO et al., 2017).

A composição da uva em relação aos compostos fenólicos pode variar conforme o grau de maturação, cultivar, condições climáticas e de cultivo (porta-enxerto, pragas e doenças) (PEIXOTO et al., 2018; TAŞERI et al., 2018; DA SILVA et

al., 2019). Processamentos industriais resultando em subprodutos como a farinha, podem influenciar o conteúdo desses compostos (TAVARES et al., 2018).

O perfil destes compostos fenólicos encontrados nas uvas e derivados, desempenham um papel importante nas características sensoriais, pois estão relacionados a cor, aroma e sabor (SLATNAR et al., 2018; KAURINOVIC; VASTAG, 2019). As antocianinas são responsáveis pela coloração (azul, roxa ou vermelha) das uvas, devido a posição e/ou aumento de grupos hidroxila (OH) em sua composição (SMERIGLIO et al., 2016; KHOO et al., 2017), afetando os parâmetros de luminosidade, croma, pureza e tonalidade conforme a concentração (LAGO-VANZELA et al., 2013), que pode influenciar na aceitabilidade desses produtos (CASASSA; BOLCADO; SARI, 2015). Portanto, diferentes níveis de compostos bioativos, como as antocianinas, podem influenciar as características sensoriais e contribuir para o enriquecimento de sucos de baixa qualidade, através de misturas de cultivares de uvas.

Os compostos nitrogenados, aminas biogênicas e seus precursores (amino ácidos), apresentam diversos papéis importantes nas plantas e são substâncias encontradas em derivados de uva. Esses compostos nitrogenados de baixo peso molecular são relacionados a estresses bióticos e abióticos nas plantas (WUDDINEH; MINOCHA; MINHOCHA, 2018) e às características sensoriais do produto e as suas propriedades biológicas (KALAČ, 2014).

Os compostos nitrogenados, são sintetizadas ou degradadas pelo metabolismo das plantas, para realização de processos fisiológicos, como senescência, maturação, divisão celular, etc. (FORTES; AGUDELO-ROMERO, 2018; ORDÓÑEZ et al., 2016). Na alimentação humana, estão ligados a diversas funções, no entanto, o conteúdo ingerido é de grande relevância, pois estão relacionadas com divisão celular, alergias, entre outras.

O aminoácido triptofano, precursor de 5-hidroxitriptofano, triptamina, serotonina e melatonina, possui atividade antioxidante (STRASSER; GOSTNER; FUCHS, 2016; PALEGO et al., 2016). O L-dopa apresenta ação contra o mal de Parkinson, função que só é possível por causa que esse aminoácido consegue formar dopamina a partir da descarboxilação do aminoácido (PARK et al., 2012).

Entre as aminas biogênicas, a serotonina está relacionada a alterações de humor, no entanto, essa amina não ultrapassa a barreira hematoencefálica e depende de outras substâncias para a sua ação (STRASSER; GOSTNER; FUCHS, 2016), mas

pode apresentar atividade antioxidante (ISLAM et al., 2016). As aminas biogênicas histamina e tiramina são aminas biogênicas que podem promover danos à saúde, mas a ação tóxica depende dos níveis consumidos (TEN BRINK et al., 1990).

Outras aminas como as diaminas putrescina e cadaverina são consideradas marcadores de contaminação por microorganismos não desejáveis e dependendo dos níveis podem ser tóxicas aos humanos (PAPAGEORGIOU et al., 2018), no entanto, também apresentam influência na degradação de histamina no intestino pela inibição competitiva com diamino oxidase (BIOHAZ, 2011; PAPAGEORGIOU et al., 2018).

A putrescina também é precursora das poliaminas espermidina e espermina, as quais agem na eliminação de radicais livres e são reguladoras de diversos processos celulares, como diferenciação e proliferação, divisão e morte celular, síntese de DNA e proteínas (AGUDELO-ROMERO et al., 2014; TORO-FUNES et al., 2015; PAPAGEORGIOU et al., 2018) e na alimentação podem ter efeito antiglicante (GUGLIUCCI; MENINI, 2003).

Objetivos

Diante da importância dos compostos bioativos da uva e produtos derivados (suco e farinha) no benefício da saúde humana, o presente estudo teve como objetivos:

Geral

Analisar o perfil de compostos fenólicos e nitrogenados, bem como capacidade antioxidante, sensorial e a coloração dos sucos de uva e seus resíduos produzidos a partir de combinações de uvas vermelhas com 'Niagara Rosada'.

Específicos

- 1- Uso sustentável do excedente de produção da 'Niagara Rosada'.
- 2- Identificar a melhor mistura que tivesse cor e aceitação.
- 3- Identificar a melhor mistura com alto conteúdo de compostos bioativos.
- 4- Determinar os níveis e perfis de compostos fenólicos e amínicos das combinações.

5- Produzir farinha de resíduos do suco de uva com alta qualidade antioxidante.

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO BIOATIVA E SENSORIAL DE SUCOS INTEGRAIS DE UVA EM BLENDS ELABORADOS COM 'NIAGARA ROSADA'

Resumo

O mercado de suco de uva está em crescimento e várias soluções tecnológicas foram propostas para melhorar a cadeia produtiva, como produtos de alta qualidade funcional. No Brasil, uvas *Vitis labrusca* e híbridas representam a maioria daquelas destinadas aos sucos e a 'Niagara Rosada' pode ser uma opção para a produção de suco, devido à sua alta produtividade e excedente de produção. Dessa forma, o perfil de compostos fenólicos e nitrogenados, bem como capacidade antioxidante, coloração e atributos sensoriais foram realizadas com o objetivo de verificar a qualidade e aceitabilidade de sucos de uva produzidos a partir de combinações de 'Niagara Rosada'. Os sucos foram elaborados com 'Bordo', 'BRS Violeta', 'IAC 138-22 Máximo', separadamente e em blends (100, 75, 50 e 25%) com 'Niagara Rosada', totalizando treze blends. Os sucos foram produzidos por prensagem a quente, engarrafados (vidro âmbar) e pasteurizados. Um controle comercial de 'Niagara Rosada' também foi analisado. O perfil de polifenóis, aminoácidos e aminas biogênicas foram analisados por HPLC, também foi determinada a atividade antioxidante (ABTS e FRAP). A cor dos sucos foi analisada usando o sistema CIELab. Os atributos sensoriais foram analisados por notas de preferência (cor, aroma, sabor, corpo e geral), bem como a intensidade de cor visual e intenção de compra do consumidor. Uvas vermelhas são boas alternativas em blends e a adição na composição dos sucos contribui para o maior conteúdo de compostos fenólicos e nitrogenados, atividade antioxidante e coloração. Para utilizar o excesso de produção, sucos elaborados com até 50% de 'Niagara Rosada' podem ser uma boa alternativa para a produção de sucos integrais, sem grandes perdas na qualidade nutricional, funcional e sensorial. Suco com 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada', apresenta ser o melhor blend a ser realizado, com bons níveis de compostos e alta aceitabilidade. Sucos com maior intensidade de cor houve incremento no potencial antioxidante, no entanto, a maior aceitabilidade pelos consumidores foi atribuída ao gosto geral, sabor e aroma.

Abstract

The grape juice market is growing, and several technological solutions have been applied to improve a productive chain, such as products of high functional quality. In Brazil, *Vitis labrusca* and hybrid grapes represent the majority of those selected for juices and 'Niagara Rosada' can be an option for juice production, due to its high productivity and production surplus. Thus, the profile of phenolic and nitrogen compounds, as well as the antioxidant capacity, color and sensory attributes were performed in order to verify the quality and acceptability of grape juices, using 'Niagara Rosada' combinations. The juices were made with 'Bordo', 'BRS Violeta', 'IAC 138-22 Máximo', singly and blends (100, 75, 50 and 25%) with 'Niagara Rosada', totaling thirteen mixtures. The juices were produced by hot pressing, bottled (amber glass) and pasteurized. A commercial control of 'Niagara Rosada' was also analyzed. The profile of polyphenols, amino acids and biogenic amines were analyzed by HPLC, it was also specified as antioxidant activity (ABTS and FRAP). The color of the juices was analyzed using the CIELab system. Sensory attributes were analyzed by preference notes (color, aroma, flavor, body and general), as well as the intensity of the visual color and the consumer's purchase intention. Red grapes are good alternatives in blends and the addition in the composition of the juices contributes to the higher content of phenolic and nitrogen compounds, antioxidant activity and coloring. To use excess production, juices made up to 50% 'Niagara Rosada' can be a good alternative for the production of whole juices, without major losses in nutritional, functional and sensory quality. Juices with greater color intensity showed an increase in antioxidant potential, however, greater acceptance by consumers was attributed to the overall liking, flavor and aroma.

Keywords: Phenolic compounds. Amino acids. Biogenic amines. Antioxidant activity. Combinations. Coloring.

1.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem ocorrido aumento do consumo de alimentos ricos em compostos bioativos, incluindo uvas e derivados, como suco de uva integral. O Brasil, apresenta um consumo interno de 1,23 litros de suco de uva por habitante (DE MELLO, 2018). Em relação às exportações do suco de uva congelado ou não, em 2019 houve um incremento de 71,3% quando comparado o primeiro semestre de 2015 e os produtos foram destinados principalmente para o Japão, somando uma quantidade de 1249,6 toneladas neste período (MDIC, 2019). No Brasil, o cultivo de uvas para produção de suco concentra-se principalmente na região sul do país, que apresentam condições subtropicais (Cfa) ou temperadas (Cfb) e temperaturas médias de 17 °C. No entanto, outras regiões têm se destacado como produtoras e estão em climas subtropicais (Cwa) e tropicais (Aw), com temperaturas entre 22 e 25 °C, incluindo o semiárido (Bsh), com temperatura média de 27 °C.

Para o cultivo nessas regiões, novas cultivares híbridas tem sido lançadas, juntamente com técnicas específicas de cultivos. Em destaque no Brasil, a uva 'Niagara Rosada' é a principal uva de mesa produzida, apresentando excelente aceitação, menor custo de produção, além de possibilitar a produção em diferentes estações (FRÖLECH et al., 2019). No Estado de São Paulo, de clima Cwa e Aw, a 'Niagara Rosada' é a principal uva produzida entre todas, a qual é consumida principalmente *in natura* e apresenta excedente de produção em determinadas épocas do ano, o que favorece sua utilização na fabricação de sucos integrais. Uvas que apresentam excedente de produção são ótimas opções para o mercado produtor de sucos, pois, impacta no valor da matéria prima. No entanto, a 'Niagara Rosada' apresenta baixa coloração para elaboração de sucos integrais; assim, há necessidade de obtenção de blends para melhor aceitação pelo consumidor. Esses blends são uma forma importante de conferir um produto de maior qualidade antioxidante, com maiores benefícios à saúde. Entre as cultivares adaptadas às condições climáticas estão a 'BRS Violeta' e 'IAC 138-22 Máximo', além das uvas já tradicionalmente usadas para blends, como a 'Bordo'.

As uvas, independente da forma de consumo, *in natura* ou processadas (suco ou vinho), são ricas em compostos bioativos, principalmente de compostos fenólicos (antocianinas, flavanóis, flavonóis, estilbenos e ácidos fenólicos), que apresentam propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas, anti-inflamatórias,

antifúngica, antitrombótica, entre outras (SAMOTICHA et al., 2018; KAURINOVIC; VASTAG, 2019). Entretanto, uvas cultivadas no Brasil apresentam níveis de algumas antocianinas (cianidina 3,5-diglicosídeo e delphinidina 3-O-glicosídeo) com capacidade antioxidante maior do que comparado a uvas cultivadas em países tradicionais (GOMEZ-GOMEZ et al., 2018). Os níveis desses bioativos variam em função da cultivar, clima, condição de cultivo, estresse biótico ou abiótico, entre outros (BELMIRO et al., 2017; SHAHAB et al., 2019). Esses compostos, entre outros encontrados em plantas, contribuem para o sabor, cor e aroma das uvas e seus derivados (SAMOTICHA et al., 2018), envolvendo uma combinação de diferentes sensações. Compostos polifenólicos, como antocianinas e flavonoides, são responsáveis pela pigmentação, que pode variar de rosa a azul devido a posição e/ou aumento de grupos hidroxila (OH) ligados às moléculas (KUMAR; PANDEY, 2013). Outro composto importante é catequina, responsável pela adstringência e amargor (GAUDETTE et al., 2016) ou ácido gálico, ácido cafeico e rutina, importantes estabilizantes naturais da cor das antocianinas (HE et al., 2012) presentes em uvas.

Portanto, a ingestão de suco de uva integral é fonte de compostos fenólicos, importantes metabólitos secundários e antioxidantes com propriedade de eliminar radicais livres oriundos de espécies reativas de oxigênio (ROS) (KUMAR; PANDEY, 2013). A presença de grupos OH ligados aos átomos de carbono do anel benzênico são determinantes para o papel antioxidante dos flavonoides, dos ácidos fenólicos e de seus ésteres (KAURINOVIC; VASTAG, 2019).

Outras moléculas como as aminas biogênicas também são capazes de eliminar radicais livres, porém são pouco estudadas em sucos de uva. A maior parte dos estudos está relacionada com os teores em vinhos. Algumas aminas biogênicas podem exercer efeito alérgico e/ou tóxico (histamina e tiramina) (LINARES et al., 2016), indicar condições sanitárias (cadaverina e putrescina) ou podem apresentar atividade antioxidante (serotonina, dopamina, espermidina, espermina, etc.) (PAPAGEORGIOU et al., 2018; PEREIRA; MARASCHIN, 2015), entre outros.

Devido à importância dos compostos encontrados em sucos de uva em relação à saúde e atributos sensoriais, na busca do uso sustentável do excedente de produção da 'Niagara Rosada', objetivou-se a adequação dos níveis de compostos bioativos, na melhoria da coloração, aceitabilidade e atividade antioxidante, avaliando o perfil dos compostos nitrogenados e fenólicos, capacidade antioxidante, coloração e atributos sensoriais de sucos de uva produzidos a partir de combinações com 'Niagara Rosada'.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Produtos químicos

Acetato de sódio anidro, ácido clorídrico, etanol, Folin-Ciocalteu, ácido acético, carbonato de sódio, cloreto de potássio, persulfato de potássio, cloreto de ferro foram obtidos da Dinâmica Química Contemporânea Ltda (Indaiatuba, SP, Brasil). Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico), ácido 2,2'-Azinobis- (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) (ABTS), 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), cloreto de dansila, L-prolina, ácido perclórico, triptofano, 5-hidroxitriptofano, L-dopa, dopamina, serotonina, triptamina, histamina, tiramina, putrescina, cadaverina, espermidina e espermina ácido fosfórico, acetonitrila, metanol, acetato de sódio trihidratado, cianidina 3,5-diglicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3,5-diglicosídeo, peonidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3-O-glicosídeo, rutina, ácido gálico, 3-hidroxitirosol, ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido p-cumárico e catequina foram obtidos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). A água purificada foi obtida de um sistema Milli-Q® (Millipore, Bedford, MA, EUA).

1.2.2 Localização experimental, cultivares de uvas e condições de crescimento e colheita

As uvas foram colhidas em vinhedo experimental localizado em São Manuel (latitude 22° 46' 14" S, longitude 48° 34' 22" W; elevação 751 m), São Paulo, Brasil. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, ou seja, subtropical com inverno seco (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007), com temperatura média anual de 19,8 °C e pluviosidade anual de 1340 mm. O solo é descrito como Latossolo Vermelho Amarelo (SANTOS, 2013).

As videiras, de quatro anos de idade, foram conduzidas em sistema de cordão unilateral (0,8 m acima do solo) com posicionamento vertical da parte aérea por meio de fios de aço e espaçadas 2,0 x 1,0m. O sistema de irrigação foi do tipo microaspersão e o vinhedo foi podado (poda de produção) em julho de 2017. A colheita das uvas foi realizada em dezembro de 2017, quando atingiram o estágio de maturação (sólidos solúveis: 17 a 20 °Brix e acidez titulável: 0,7 a 1,3% equivalente de ácido tartárico).

Para elaboração dos sucos foram utilizadas quatro uvas híbridas, 'Bordo' ou 'Ives' originada da seleção de sementes da Hartford (Isabella × *V. labrusca*), 'Violeta' - 'BRS Violeta' (Traviu × Rubea), 'Máximo' - 'IAC 138-22 Máximo' (Seibel 11342 × Syrah) e 'Niagara Rosada' que é o resultado de mutação somática da 'Niagara Branca' (Concord × Cassady). Todas as cultivares foram cultivadas no porta-enxerto 'IAC 572' Jales (*V. caribaea* × 101-14 Mgt).

1.2.3 Processamento do suco de uva

Treze diferentes blends foram elaboradas a partir das combinações das cultivares, ou seja, os blends foram: 100N (100% 'Niagara Rosada'), 100M (100% 'Máximo'), 75M (75% 'Máximo' + 25% 'Niagara Rosada'), 50M (50% 'Máximo' + 50% 'Niagara Rosada'), 25M (25% 'Máximo' + 75% 'Niagara Rosada'), 100B (100% 'Bordo'), 75B (75% 'Bordo' + 25% 'Niagara Rosada'), 50B (50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada'), 25B (25% 'Bordo' + 75% 'Niagara Rosada'), 100V (100% 'Violeta'), 75V (75% 'Violeta' + 25% 'Niagara Rosada'), 50V (50% 'Violeta' + 50% 'Niagara Rosada') e 25V (25% 'Violeta' + 75% 'Niagara Rosada'). Um controle comercial (C) da 'Niagara Rosada' também foi analisado para comparação bioquímica e colorimétrica. O delineamento experimental realizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. Ou seja, um tratamento controle (C) e treze combinações. As combinações foram realizadas anteriormente a produção dos sucos. Os tratamentos foram realizados buscando o aumento da coloração, melhoria sensorial e qualidade nutricional dos sucos elaborados com 'Niagara Rosada'.

Os sucos foram produzidos por extração a quente com prensagem do bagaço. As bagas das uvas foram desengaçadas em prensa manual e maceradas a quente, sem adição de enzima pectinase ou qualquer outra substância, em banho-maria a 60 ± 2 °C por 1h, sob agitação constante. Em seguida, com o mosto ainda quente, foi realizada a separação do suco por drenagem e prensagem do bagaço manualmente. Os sucos foram envasados em garrafas de vidro âmbar com capacidade de 200 mL e pasteurizados a 80 °C por 3 min. Após o fechamento, os frascos foram resfriados em água, rotulados e armazenados sob refrigeração (5 ± 2 °C) por 7 dias antes das análises (período médio para chegar ao consumidor).

1.2.4 Análise de compostos fenólicos individuais por UHPLC

A separação, identificação e quantificação dos compostos fenólicos nos sucos foram realizadas por cromatografia líquida de alta performance (UHPLC) (NATIVIDADE et al., 2013). As amostras foram filtradas (PTFE, 0,45 μm , Millipore, Massachusetts, EUA) e injetadas (20 μL) num sistema UHPLC (Ultimate 3000 BioRS, Dionex-Thermo Fisher Scientific Inc., USA), equipado com detector de matriz de diodo (DAD-3000RS) e coluna C18 (2,0 $\times$ 50 mm, Luna[®] 2,5 μm (2) HST; Phenomenex, Torrence, USA), com vazão de 0,6 mL min⁻¹ e temperatura de 39 °C.

A eluição cromatográfica consistiu na solução A (água:ácido fosfórico, 99,0:1,0, v/v) e B (acetonitrila). O gradiente foi iniciado com 100% A, seguido de 96% A (2,5 min), 92% A (7,5 min), 88% A (15 min), 85% A (20 min), 80% A (21 min), 75% A (22 min), 65% A (24 min), 35% A (25-25,5 min), 65% A (26 min) e 100% A (27-28 min). Os compostos fenólicos foram identificados comparando os tempos de retenção e espectro UV em 280 nm (ácido gálico, 3-hidroxitirosol e catequina), 320 (ácido cafeico, ácido clorogênico e ácido p-cumárico), 360 nm (rutina) e 520 nm (cianidina 3,5-diglicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3,5-diglicosídeo, peonidina 3-O-glicosídeo e malvidina 3-O-glicosídeo) e quantificados por curvas com padrões comerciais. Os resultados foram expressos em mg L⁻¹ de suco.

1.2.5 Capacidade antioxidante *in vitro*

A atividade antioxidante foi realizada usando ABTS (RE et al., 1999) e a absorbância foi determinada em 734 nm após 6 min de reação. Os cálculos foram realizados por curva padrão ($y = 9.389x + 5.5331$, $R^2 = 0.99$) e expresso em mg equivalentes de Trolox por litro (mg TEAC L⁻¹).

A atividade antioxidante foi determinada também usando o método descrito por Benzie e Strain (1996) - FRAP. A leitura realizada em 594 nm aos 30 min de reação e os resultados foram calculados usando curva de referência de trolox ($y = 0,6992x - 0,0044$, $R^2 = 0.99$) e os resultados expressos em mM Fe²⁺ L⁻¹. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS (Ultrospec 2000, Amersham Pharmacia Biotech, Freiburg, German).

1.2.6 Análise do conteúdo de aminoácidos (AA) e aminas biogênicas (ABs) via HPLC

A extração dos compostos nitrogenados (AA e ABs) foram realizados conforme Lima et al. (2008). As amostras foram injetadas em sistema HPLC (Ultimate 3000 BioRS, Dionex-Thermo Fisher Scientific Inc., EUA), equipado com detector de matriz de diodo (DAD-3000RS) e coluna C18 (25 cm × 4,6 mm, ACE 5 µm: Advanced Chromatography Technologies, Reino Unido), com vazão de 0,7 mL min⁻¹ a 25 °C, conforme Dadáková, Křížek e Pelikánová (2009) e modificações realizadas por Diamante et al. (2019).

O conteúdo dos aminoácidos (triptofano, 5-hidroxitriptofano e L-dopa) e aminas biogênicas (dopamina, triptamina, serotonina, histamina, tiramina, putrescina, cadaverina, espermidina e espermina) encontrados foram comparados com o tempo de retenção e espectro UV (225 nm) por padrão comercial. Curvas de calibração foram preparadas para cada padrão comercial. Os resultados foram expressos em mg L⁻¹ de suco.

1.2.7 Medidas de cor

As medidas de cor foram determinadas em colorímetro digital Konica Minolta®, modelo CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japão) registrando as coordenadas de cor L* a* e b* nos sucos de uva. Valores L* indicam a luminosidade (0% = preto e 100% = branco), enquanto que os valores de a* e b* variam de -60 a 60, correspondendo a verde (-a), vermelho (+a), azul (-b) e amarelo (+b). Por meio desses resultados foram calculados o croma (C*) e ângulo hue (H) de acordo com a escala de CIELab. O croma foi calculado pela fórmula $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$ e o ângulo hue por $H = \text{Tang}^{-1} b^*/a^*(^\circ)$. Onde, C* determina a intensidade e/ou pureza da cor (0 = cor menos intensa e 60 = cor mais intensa). O ângulo Hue é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores (0 a 360°). Para facilitar a compreensão dos dados, foram considerados os valores negativos de h° incluídos entre 360° e 270°.

1.2.8 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada usando um painel de consumidores. As avaliações sensoriais foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 83486018.3.0000.5411) da UNESP. Os participantes apresentavam faixa etária entre 18 a 35 anos, escolaridade mínima de ensino médio e 19% tinha hábito de tabagismo, consistindo em 41% do sexo feminino e 59% masculino. O painel de consumidores foi composto por 60 participantes, que realizaram o teste de preferência do consumidor, com o objetivo de estabelecer as melhores combinações de elaboração de suco de uva. Não foi realizado a análise sensorial no controle comercial. Cada consumidor avaliou os sucos aleatoriamente. Os consumidores limpavam o paladar comendo bolacha salgada e enxaguando a boca com água mineral.

Os participantes atribuíram notas a preferência nos atributos de cor, aroma, sabor, corpo e gosto geral, bem como a intensidade de cor visual (ICV), intenção de compra do consumidor (ICC). As intensidades de preferência dos atributos sensoriais foram expressas em uma escala de 1 a 7 (1 = desgostei muitíssimo, 2 = desgostei muito, 3 = desgostei ligeiramente, 4 = indiferente, 5 = gostei ligeiramente, 6 = gostei muito, 7 = gostei muitíssimo). Para ICV foi atribuído as notas de 1 (rosa claro) a 10 (roxo intenso) e ICC os valores de 1 a 5 (1 = certamente compraria, 2 = provavelmente não compraria, 3 = talvez compraria, 4 = provavelmente compraria e 5 = certamente compraria).

1.2.9 Análise estatística

Os sucos elaborados com as diferentes uvas foram avaliados com três repetições em triplicata. Os valores médios foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparadas com o auxílio do teste Scott-Knott ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR, versão 5.4 (FERREIRA, 2011). A análise de componentes principais (PCA), hierárquica de cluster (HCA) e correlação de Pearson foram realizadas utilizando o software estatístico XLSTAT, versão 19.4 (Addinsoft, NY, EUA) e aplicada aos dados de compostos fenólicos totais e individuais, compostos nitrogenados e atividades antioxidantes.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Compostos fenólicos, atividade antioxidante, cor e sensorial

Treze compostos fenólicos individuais (ácidos fenólicos, flavonoides e antocianinas) obtidos via UHPLC foi detectada em todas as amostras (Tabela 1), exceto malvidina 3-O-glicosídeo, que não ocorreu nos sucos da 'Niagara Rosada' (C e 100N). O suco elaborado com 'Violeta' (100V) apresentou o maior teor de compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonoides) e antocianinas totais individuais (116,37 e 95,39 mg L⁻¹, respectivamente), enquanto que sucos elaborados apenas com 'Niagara Rosada' (C e 100N) apresentaram os menores níveis desses compostos. Por outro lado, suco elaborado apenas com 'Niagara Rosada' (100N) (Tabela 1) mostrou os maiores teores individuais de ácido gálico (2,61 mg L⁻¹), ácido cafeico (9,96 mg L⁻¹), 3-hidroxitirosol (0,76 mg L⁻¹), rutina (5,43 mg L⁻¹) e cianidina 3-O-glicosídeo (5,88 mg L⁻¹), diferente dos resultados detectados na amostra comercial (C) da mesma cultivar. A diferença entre os sucos de mesmas cultivares provavelmente está atribuído ao processo de elaboração do suco e qualidade da matéria prima. Sucus elaborados com uvas 'Bordo' e 'Máximo' contém os maiores níveis de catequina, ácido clorogênico e ácido p-cumárico (Tabela 1).

Os compostos encontrados em maior conteúdo na 'Niagara Rosada', como ácido gálico, ácido cafeico e rutina, apresentam papel na copigmentação das antocianinas. Ou seja, são compostos que representam fator importante na estabilização do cromóforo das antocianinas, limitando o acesso da água pelo empilhamento das moléculas (complexos de copigmentação), estabilizando as antocianinas e diminuindo a degradação e/ou conversão e escurecimento, protegendo as cores originais das antocianinas (HE et al., 2012). Além disso, exercem efeitos fisiológicos importantes na saúde e são precursores de outros metabólitos. Esses compostos atuam como cardioprotetores, anticâncer, antidiabético, antimicrobianos, antiinflamatórios, entre outros, funções diretamente ligadas com a atividade antioxidante (SAMOTICHA et al., 2018; KAURINOVIC; VASTAG, 2019).

Nos sucos elaborados apenas com 'Violeta' (100V), 'Bordo' (100B) e 'Máximo' (100M), a principal classe de compostos fenólicos identificado foi antocianina, representando 82,0, 58,6 e 69,2% do total de compostos fenólicos individuais, respectivamente (Tabela 1). Esse valor diminuiu com a adição de uvas 'Niagara Rosada', a qual apresenta cianidina 3-O-glicosídeo como antocianina majoritária.

Essa antocianina é abundante em muitas espécies, incluindo uvas rosadas (RUSTIONI et al., 2016), entretanto, mesmo ocorrendo em níveis maiores nas uvas 'Niagara Rosada', a contribuição não foi efetiva para o incremento da cor (Tabela 2).

A variação na coloração (Tabela 2) a partir das combinações das diferentes uvas pode ser dividida em três grupos de cor: vermelho, vermelho-violeta e violeta. O aumento na coloração violeta ocorre com a diminuição da proporção de uvas 'Niagara Rosada', isto é, pela variação do ângulo hue (H) de -22,98 (100 B) para 48,18 (C). Em contrapartida, sucos contendo maiores teores de peonidina 3-O-glicosídeo e malvidina 3-O-glicosídeo (100M), malvidina 3,5-diglicosídeo (100B), cianidina 3,5-diglicosídeo e delphinidina 3-O-glicosídeo (100V) (Tabela 1) apresentam coloração violácea escura, com grande diferenciação nos parâmetros de cor (H, C*, L*, a* e b*) (Tabela 2). Sucos elaborados apenas com uvas 'Bordo' (100B) e 'Violeta' (100 V) não mostraram diferenças significativas do ângulo hue (-22,98 e -21,63, respectivamente).

Tabela 1 - Conteúdo de compostos fenólicos (mg L⁻¹) e atividade antioxidante das diferentes blends de sucos de uva.

Composto	C	100N	100M	75M	50M	25M	100B	75B	50B	25B	100V	75V	50V	25V
<i>Antocianinas</i>														
Cianidina 3-O-glicosídeo	0,26 m	5,88 a	0,56 l	2,20 j	2,85 h	3,95 e	0,90 k	2,54 i	3,85 f	4,73 d	3,28 g	3,85 f	4,94 c	5,43 b
Cianidina 3,5-diglicosídeo	1,90 l	4,03 h	2,57 k	3,07 j	3,38 i	3,44 i	10,49 d	8,62 e	7,08 f	5,55 g	44,83 a	27,78 b	12,73 c	5,67 g
Peonidina 3-O-glicosídeo	0,05 k	0,05 k	1,04 a	0,93 b	0,62 e	0,34 g	0,72 c	0,68 d	0,47 f	0,24 i	0,46 f	0,32 g	0,29 h	0,16 j
Delfinidina 3-O-glicosídeo	1,17 n	3,21 m	7,74 f	6,93 h	5,38 k	4,57 l	8,01 e	7,61 g	6,58 i	6,17 j	19,91 a	16,99 b	15,20 c	8,56 d
Malvidina 3-O-glicosídeo	nd	nd	9,99 a	7,66 b	4,29 c	1,95 g	3,67 d	3,30 e	2,19 f	0,84 h	0,74 i	0,56 j	0,47 k	0,31 l
Malvidina 3,5-diglicosídeo	0,12 m	0,25 m	33,51 b	24,67 e	14,58 i	6,98 l	35,40 a	29,68 c	18,51 g	8,76 j	26,18 d	22,38 f	16,00 h	7,41 k
<i>Flavonol</i>														
Rutina	2,35 g	5,43 a	2,48 f	3,14 e	3,40 c	3,72 b	1,67 i	2,50 f	3,27 d	3,39 c	1,32 j	2,15 h	3,28 d	3,39 c
<i>Flavan-3-ol</i>														
Catequina	5,06 i	8,15 e	6,31 h	6,96 g	7,83 f	8,32 e	22,43 a	18,60 b	13,87 c	8,69 d	5,85 i	6,74 g	7,09 g	7,65 f
<i>Ácidos fenólicos</i>														
3-hidroxitirosol	0,48 e	0,76 a	0,41 g	0,44 f	0,56 d	0,66 b	0,60 c	0,64 b	0,64 b	0,64 b	0,15 j	0,20 i	0,30 h	0,30 h
Ácido gálico	1,78 f	2,61 a	0,63 l	0,66 l	1,61 h	2,42 b	1,50 i	1,65 g	1,67 g	2,33 c	1,27 k	1,40 j	1,95 e	2,15 d
Ácido p-cumárico	1,18 m	1,95 l	2,93 a	2,77 d	2,45 g	2,22 i	2,95 a	2,87 b	2,33 h	2,00 k	2,82 c	2,68 e	2,62 f	2,03 j
Ácido cafeico	5,31 k	9,96 a	7,10 i	7,57 h	7,73 g	8,64 d	7,03 j	7,91 f	8,99 c	9,77 b	4,74 l	7,11 i	8,31 e	8,31 e
Ácido clorogênico	2,23 i	2,12 j	4,85 b	4,08 d	2,63 h	2,22 i	5,72 a	4,85 b	3,48 f	3,25 g	4,83 b	4,32 c	4,09 d	3,76 e
Antocianinas totais	3,50 n	13,41 m	55,42 d	45,47 g	31,10 i	21,24 l	59,20 c	52,43 e	38,68 h	26,28 k	95,39 a	71,88 b	49,62 f	27,54 j
Fenólicos totais	21,89 n	44,38 m	80,13 e	71,10 h	57,30 i	49,44 l	101,10 b	91,45 d	72,94 g	56,36 j	116,37 a	96,48 c	77,25 f	55,14 k
ABTS (mg TEAC L ⁻¹)	24,69 l	34,83 k	68,71 e	62,07 g	53,14 h	43,96 i	71,35 d	67,34 f	52,84 h	40,16 j	96,81 a	91,54 b	75,15 c	52,43 h
FRAP (mM Fe L ⁻¹)	8,63 h	8,68 h	24,29 d	20,43 e	13,31 g	13,42 g	24,56 d	19,65 e	16,38 f	8,97 h	39,57 a	31,52 b	27,80 c	18,93 e

Valores representam a média de três replicações. *Letras diferentes na mesma linha representam resultados estatisticamente diferentes de acordo com o teste Scott-Knott, (p < 0,05). Nd: não detectado. Controle; 100N: 100% 'Niagara Rosada'; 100M: 100% 'Máximo'; 75M: 75% 'Máximo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50M: 50% 'Máximo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25M: 25% 'Máximo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100B: 100% 'Bordo'; 75B: 75% 'Bordo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50B: 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25B: 25% 'Bordo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100V: 100% 'Violeta'; 75V: 75% 'Violeta' + 25% 'Niagara Rosada'; 50V: 50% 'Violeta' + 50% 'Niagara Rosada'; 25V: 25% 'Violeta' + 75% 'Niagara Rosada'.

Tabela 2 - Parâmetros colorimétricos das diferentes blends de suco de uva.

Parâmetros														
	C	100N	100M	75M	50M	25M	100B	75B	50B	25B	100V	75V	50V	25V
Ângulo hue (H)	48,18 a*	19,58 b	2,55 d	3,79 d	7,57 c	10,90 c	-22,98 g	-11,59 f	1,75 d	9,80 c	-21,63 g	-14,50 f	-2,54 e	6,88 c
Croma (C*)	22,94 c	42,73 a	13,21 e	17,86 d	22,45 c	35,85 b	1,10 g	2,50 g	7,62 f	22,74 c	1,04 g	1,76 g	3,27 g	18,45 d
Luminosidade (L*)	59,55 a	45,31 b	20,32 f	21,07 f	22,93 e	28,14 c	19,86 f	19,65 f	20,19 f	24,53 d	19,63 f	19,59 f	19,98 f	22,51 e
Vermelho-verde (a*)	15,30 e	40,26 a	13,19 f	17,80 d	22,26 c	35,21 b	1,01 i	2,45 h	7,61 g	22,41 c	0,96 i	1,70 i	3,27 h	18,31 d
Amarelo-azul (b*)	17,10 a	14,32 b	0,59 g	1,19 g	2,97 e	6,78 c	-0,41 h	-0,42 h	0,23 h	3,88 d	-0,38 h	-0,44 h	-0,14 h	2,20 f

Valores representam a média de três replicações. *Letras diferentes na mesma linha representam resultados estatisticamente diferentes de acordo com o teste Scott-Knott, (p <0,05). C: Controle; 100N: 100% 'Niagara Rosada'; 100M: 100% 'Máximo'; 75M: 75% 'Máximo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50M: 50% 'Máximo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25M: 25% 'Máximo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100B: 100% 'Bordo'; 75B: 75% 'Bordo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50B: 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25B: 25% 'Bordo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100V: 100% 'Violeta'; 75V: 75% 'Violeta' + 25% 'Niagara Rosada'; 50V: 50% 'Violeta' + 50% 'Niagara Rosada'; 25V: 25% 'Violeta' + 75% 'Niagara Rosada'.

Entre os compostos encontrados, nota-se que principalmente as uvas vermelhas apresentam alto conteúdo de antocianinas diglicosídeos (cianidina 3,5-diglicosídeo e malvidina 3,5-diglicosídeo) (Tabela 1), evidenciando que as uvas utilizadas apresentam descendência genética de uvas não viníferas. Uvas viníferas sintetizam apenas antocianinas monoglicosídeos, enquanto que híbridos também possuem teores significativos de antocianinas diglicosídeos (WOJDYŁO et al., 2018). No entanto, essa predominância de moléculas 3,5-diglicosídeos pode ser favorável, pois são mais estáveis e apresentam maior resistência à oxidação e calor em comparação às monoglicosídicas (WOJDYŁO et al., 2018; TAVARES et al., 2019).

De acordo com GRANATO et al. (2015), malvidina 3,5-diglicosídeo, cianidina 3,5-diglucosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo e malvidina 3-O-glicosídeo, são as principais antocianinas encontradas nas uvas destinadas a produção de sucos no Brasil, elaborados quase que totalmente por uvas híbridas americanas (*Vitis labrusca*). A maior quantidade desses compostos nos sucos elaborados com 'Máximo', 'Bordo' e 'Violeta' (uvas híbridas) também foi descrita em outros estudos com sucos contendo uvas híbridas, como a 'Isabel', a principal uva utilizada para elaboração de sucos no Brasil (YAMAMOTO et al., 2015; GOMEZ-GOMEZ et al., 2018).

A adição de 75 a 25% de 'Niagara Rosada' aos sucos induziu diminuição nos níveis de antocianinas totais individuais (Tabela 1) e quanto maior a porcentagem dessa uva, menores foram os níveis de antocianinas. Esse efeito refletiu na cor do produto (Tabela 2). Apesar dessa diminuição, os níveis encontrados foram maiores comparados aos obtidos no suco comercial elaborado com a mesma uva ('Niagara Rosada'). Vale ressaltar que nesses sucos (100N e C) não foram detectados a malvidina 3-O-glicosídeo. Entretanto, em blends de 'Niagara Rosada' com 'Máximo', os níveis de cianidina 3-O-glicosídeo e cianidina 3,5-diglicosídeo aumentaram proporcionalmente em função do acréscimo de sucos de 'Niagara Rosada' (Tabela 1). Resultados semelhantes podem ser notados nas misturas com os sucos de uva 'Bordo' e 'Violeta' que mostram a influência do acréscimo de 'Niagara Rosada' nos níveis de cianidina 3-O-glicosídeo.

Sucos com baixos níveis de 'Niagara Rosada', foram os que apresentaram os menores valores de L^* (Tabela 2). Maiores valores de C^* e a^* também foram encontrados em sucos 100% 'Niagara Rosada' (42,73 e 40,26, respectivamente), enquanto que, os menores foram detectados nos sucos 100B, 100V e 75V (Tabela 2). Antocianinas como delphinidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3,5-diglicosídeo e malvidina

3-O-glicosídeo que estão em maiores quantidades nos sucos elaborados podem ser as responsáveis pela coloração violeta, assim como, pela baixa luminosidade nas cultivares de uvas vermelhas, conforme descrito em outros estudos (RUSTIONI et al., 2016; SAMOTICHA et al., 2018).

De acordo com Samoticha et al. (2018), uvas vermelhas geralmente apresentam maior atividade antioxidante em relação a brancas e roses, devido ao teor de alguns polífenóis, como as antocianinas. Essa afirmação demonstra a importância da utilização de uvas vermelhas na elaboração de sucos, potencializando a atividade antioxidante (ABTS e FRAP) (Tabela 1) e melhoria da cor (Tabela 2) em uvas com pouca pigmentação, como a 'Niagara Rosada'.

Alguns estudos relatam que sucos de coloração mais escura contém maiores teores de antocianinas e apresentam maior atividade antioxidante (NATIVIDADE et al., 2013; SAMOTICHA et al., 2018). Neste sentido, sucos mais escuros, como o elaborado apenas com uvas 'Violeta' (100V) apresentaram maior atividade antioxidante (ABTS e FRAP), se destacando dos demais, seguido dos sucos 75V, 50V, 100B e 100M, contrário do encontrado em sucos elaborados apenas com 'Niagara Rosada' (C e 100N) (Tabela 1).

Os teores de compostos fenólicos e antocianinas em sucos de uvas elaborados refletiu na maior atividade antioxidante, apresentando alta correlação (Pearson) ($r =$ ABTS, 0,92 e 0,97; FRAP, 0,88 e 0,95, respectivamente). Alguns compostos fenólicos específicos individuais encontrados nos sucos das uvas vermelhas ('Máximo', 'Bordo' e 'Violeta') influenciaram os valores de ABTS e FRAP. Delfinidina 3-O-glicosídeo demonstrou ser a antocianina que mais contribuiu para a alta atividade antioxidante, apresentando alta correlação com ABTS e FRAP ($r =$ 0,90 e 0,92, respectivamente), seguido por cianidina 3,5-diglicosídeo ($r =$ 0,81 e 0,83, respectivamente) e malvidina 3,5-diglicosídeo ($r =$ 0,70 e 0,63, respectivamente). Entre os ácidos fenólicos, o ácido clorogênico ($r =$ 0,75 e 0,72, respectivamente) e ácido *p*-cumárico ($r =$ 0,78 e 0,71, respectivamente) também mostram alta correlação com ABTS e FRAP. Assim, sucos que apresentam tons mais avermelhados (+a) e amarelos (+b), luminosidade (L^*) e pureza de cor (C^*), possivelmente possuem a menor atividade antioxidante, como apresentado para ABTS e FRAP ($r =$ -0,59 a -0,87, respectivamente).

No entanto, maiores atividades antioxidantes e coloração nos sucos não significou maior aceitabilidade por parâmetros sensoriais (Tabela 3). O suco 50B, que apresentou nota intermediária na intensidade de cor (7,58) e não diferenciou dos

sucos 75B e 100B, foi o mais aceito e esse resultado se deve ao conjunto das notas de coloração, aroma, sabor, corpo e gosto geral. Fatores sensoriais como gosto geral, sabor, corpo, aroma, cor e intensidade de cor visual (ICV) demonstram correlação ($r = 0,98; 0,89; 0,88; 0,85; 0,52$ e $0,33$, respectivamente) sobre a intenção de compra (ICC), contudo, os atributos de cor e ICV mostram a menor contribuição na escolha dos consumidores. Os blends também demonstraram que sabor e aroma apresentam alta correlação ($r = 0,82$) nos sucos elaborados. O sabor é o principal atributo em alimentos, pois é um elemento perceptivo e cognitivo complexo que envolve a combinação de diferentes sensações, como paladar, olfato e paladar (GAUDETTE et al., 2016). Portanto, o sabor junto com a interação sensorial equilibrada entre os outros fatores (corpo, aroma, cor e ICV) encontrados no blend 50B, aumentaram a intenção de compra (4,25), seguido dos sucos 75B, 100B e 25V. Frölech et al. (2019) estudando blends das 'Bordo' e 'Niagara Rosada', encontraram resultado semelhante com maior aceitabilidade em sucos entre 100 a 50% 'Bordo' + 'Niagara Rosada'.

Tabela 3 – Parâmetros sensoriais de diferentes blends de suco de uva.

Parâmetros													
	100N	100M	75M	50M	25M	100B	75B	50B	25B	100V	75V	50V	25V
Cor	2,87 c*	6,00 a	5,95 ab	5,63 ab	4,08 b	6,25 a	6,18 a	5,98 a	3,87 b	5,60 ab	5,70 ab	5,80 ab	5,07 b
Aroma	4,97 b	3,90 d	4,57 bcd	4,98 b	4,63 bcd	5,25 ab	5,03 ab	5,88 a	4,10 cd	3,95 d	4,13 cd	4,88 bc	5,08 ab
Sabor	4,88 abcd	4,18 de	5,25 abc	5,17 abc	4,55 abcd	4,92 abcd	5,30 ab	5,52 a	4,27 cde	3,23 e	4,47 bcd	4,75 abcd	5,15 abcd
Corpo	4,32 de	4,95 abcde	5,17 abcd	5,25 abc	4,53 bcde	5,33 ab	5,47 a	5,52 a	4,28 e	4,42 cde	5,12 abcde	5,28 abc	5,03 abcde
Geral	4,55 cd	4,60 cd	5,28 abc	5,39 abc	4,56 cd	5,25 abc	5,58 ab	5,68 a	4,42 d	4,18 d	4,90 bcd	5,27 abc	5,32 abc
ICV	1,90 f	7,17 cd	7,20 cd	6,45 de	5,25 e	9,20 a	9,03 a	7,58 bcd	4,50 ef	8,95 a	8,65 ab	8,10 abc	6,25 de
ICC	2,87 def	2,90 def	3,58 abcd	3,67 abcd	3,00 cdef	3,68 abc	3,95 ab	4,25 a	2,68 ef	2,42 f	3,02 cdef	3,47 bcde	3,62 abcd

Valores representam a média de três replicações. *Letras diferentes na mesma linha representam resultados estatisticamente diferentes de acordo com o teste Kruskal-Wallis ($p < 0.05$). 100N: 100% 'Niagara Rosada'; 100M: 100% 'Máximo'; 75M: 75% 'Máximo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50M: 50% 'Máximo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25M: 25% 'Máximo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100B: 100% 'Bordo'; 75B: 75% 'Bordo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50B: 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25B: 25% 'Bordo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100V: 100% 'Violeta'; 75V: 75% 'Violeta' + 25% 'Niagara Rosada'; 50V: 50% 'Violeta' + 50% 'Niagara Rosada'; 25V: 25% 'Violeta' + 75% 'Niagara Rosada'. ICV: Intensidade de cor visual. ICC: Intenção de compra do consumidor.

Neste estudo observou-se também que somente o atributo cor não demonstra maior intenção de compra. Resultado encontrado no suco 100% 'Violeta' (100V), que apresenta alta nota de ICV (8,95) e boa nota para coloração (5,60), no entanto, apresenta as menores notas de aroma (3,95), sabor (3,23) e geral (4,18), proporcionando a menor intenção de compra (2,42). Notas de cor (ICV) que estão relacionadas as antocianinas malvidina 3,5-diglicosídeo, peonidina 3-O-glicosídeo e delphinidina 3-O-glicosídeo ($r = 0,84$; $0,70$ e $0,62$, respectivamente) de menor presença em sucos 100N.

As notas de intensidade de cor visual, que apresentou os maiores resultados nos sucos com 50 a 100% das uvas 'Bordo' e 'Violeta' (50B, 75B, 100B, 50V, 75V e 100V) (Tabela 3), acompanharam os resultados encontrados nos parâmetros colorimétricos (Tabela 2), onde sucos mais escuros (L^*), esverdeados ($-a$) e azuis ($-b$) apresentam maiores conteúdos de compostos fenólicos totais, antocianinas totais, ABTS e FRAP com correlação positiva ($r = 0,86$; $0,81$; $0,83$ e $0,77$, respectivamente).

A catequina, responsável pela adstringência e amargor (GAUDETTE et al., 2016), encontrada em maior quantidade em sucos com 'Bordo' (100B) e com 'Niagara Rosada' (75B, 50B, 25B e 100N) influenciou os parâmetro sensoriais como aroma, sabor, corpo e global, entretanto, as correlações não foram altas ($r = 0,58$; $0,43$; $0,49$ e $0,50$, respectivamente). Conforme De Castilhos et al. (2013), a aceitação geral é determinada pela interação das propriedades, como físico-químicas, compostos fenólicos e índices de cores. Interação que possivelmente devem ser encontradas nos sucos com 'Bordo' + 'Niagara Rosada'.

Neste sentido, a intensidade cor não significa a aceitação pelos consumidores, mas que a presença de cor tem sua influência na aceitação. Assim, blends que possibilitam maior aceitabilidade, como 'Niagara Rosada' + 'Bordo', podem ser realizadas com sucesso e possibilitar maior estabilização das antocianinas presentes no suco da uva 'Bordo', fato que pode ocorrer pelo incremento da 'Niagara Rosada' nos blends, a qual possui estabilizantes naturais (ácido gálico, ácido cafeico e rutina) em sua composição (Tabela 1). Demonstrando que, determinados blends podem proporcionar maior aceitabilidade e possibilitar um consumo adequado de antioxidantes pelos consumidores.

1.3.2 Aminoácidos e aminas biogênicas em sucos elaboradas com diferentes uvas

Foram detectados três aminoácidos: triptofano, 5-hidroxitriptofano e L-dopa, cinco monoaminas: histamina, serotonina, tiramina, triptamina e dopamina, duas diaminas: putrescina e cadaverina e duas poliaminas: espermidina e espermina nos sucos elaborados com diferentes uvas (Tabela 4). Entre os compostos nitrogenados analisados nos sucos elaborados, os aminoácidos triptofano (77,4 a 94,5%), 5-hidroxitriptofano (4,2 a 13,6%) e L-dopa (0,02 a 4,4%) foram os que mais contribuíram no teor total (%), entre as aminas biogênicas, a dopamina (0,02 a 4,4%) e serotonina (0,2 a 2,0%), ambas monoaminas derivadas dos aminoácidos de maior presença.

Os sucos elaborados demonstram dentro das quantidades de compostos nitrogenados (305,33 a 735,77 mg L⁻¹) encontrados em outros estudos com suco de uva e vinho (ORDÓÑEZ et al., 2017; GOMEZ-GOMEZ et al., 2018). Os sucos que apresentaram os maiores teores de aminoácidos e aminas biogênicas foram aqueles elaborados com uvas vermelhas, isto é, com uvas 'Bordo' (100B), da 'Violeta' (100V) e 'Máximo' (100M). O suco de 'Bordo' (100B) apresentou os maiores teores de triptofano (611,10 mg L⁻¹), serotonina (14,55 mg L⁻¹) e histamina (4,37 mg L⁻¹), enquanto que, suco elaborado com uvas 'Violeta' contém níveis altos de 5-hidroxitriptofano (81,17 mg L⁻¹), L-dopa (27,26 mg L⁻¹), triptamina (9,28 mg L⁻¹), putrescina (2,63 mg L⁻¹) e espermidina (2,32 mg L⁻¹) e uvas 'Máximo' apresentam maiores teores de dopamina (19,02 mg L⁻¹), tiramina (0,27 mg L⁻¹), cadaverina (1,23 mg L⁻¹) e espermina (5,17 mg L⁻¹). Vale ressaltar os sucos elaborados com 'Niagara Rosada' (100N e C) apresentaram os menores níveis desses compostos, e esse efeito aumentou com a adição de uvas 'Niagara Rosada' (Tabela 4).

Tabela 4 - Conteúdo de compostos nitrogenados (mg L⁻¹) nas diferentes blends de sucos de uva.

Composto	C	100N	100M	75M	50M	25M	100B	75B	50B	25B	100V	75V	50V	25V
<i>Aminoácidos</i>														
Triptofano	288,67 l	290,05 l	477,14 f	436,83 i	424,8 j	418,06 k	611,10 a	592,62 b	544,94 c	527,96 d	484,05 e	453,8 g	446,04 h	415,35 k
5-hidroxitriptofano	12,81 f	46,36 e	55,56 d	50,55 e	49,18 e	48,05 e	75,23 b	64,98 c	53,55 d	48,33 e	81,17 a	66,25 c	65,39 c	53,38 d
L-dopa	0,05 j	0,11 j	0,39 i	0,32 i	0,20 j	0,24 j	12,73 c	12,07 d	6,56 f	1,40 h	27,26 a	20,19 b	11,77 e	5,38 g
<i>Monoaminas</i>														
Dopamina	0,10 n	0,34 m	19,02 a	14,01 b	9,69 c	4,53 f	6,35 d	6,12 e	3,50 h	1,38 k	3,68 g	3,25 i	1,91 j	1,38 l
Triptamina	1,80 m	1,77 n	3,65 e	3,26 h	2,54 k	2,21 l	3,51 f	3,46 g	2,99 i	2,90 j	9,28 a	7,25 b	5,01 c	4,01 d
Serotonina	0,71 k	0,74 k	9,82 d	5,64 h	3,53 i	1,86 j	14,55 a	13,91 b	7,82 f	6,07 g	10,84 c	9,23 e	6,10 g	3,49 i
Histamina	0,23 k	0,09 m	1,00 e	0,96 f	0,41 i	0,17 l	4,37 a	3,55 b	2,20 c	0,82 g	1,30 d	0,93 f	0,56 h	0,29 j
Tiramina	0,01 l	0,01 l	0,27 a	0,15 c	0,11 d	0,40 i	0,19 b	0,10 e	0,07 g	0,01 k	0,09 f	0,05 h	0,02 j	0,01 l
<i>Diaminas</i>														
Putrescina	0,19 m	0,25 k	2,06 d	1,29 f	0,83 i	0,47 j	2,41 b	2,36 c	1,23 g	0,88 h	2,63 a	1,90 e	1,24 g	0,89 h
Cadaverina	0,26 f	0,08 i	1,23 a	1,06 b	0,54 e	0,23 g	0,73 c	0,61 d	0,55 e	0,53 e	0,12 h	0,11 h	0,11 h	0,10 h
<i>Poliaminas</i>														
Espermidina	0,41 l	0,56 k	1,15 g	0,77 j	0,59 k	0,57 k	2,22 b	2,03 c	1,47 e	0,94 i	2,32 a	1,84 d	1,35 f	1,06 h
Espermina	0,09 h	0,23 h	5,17 a	3,63 b	2,42 c	1,31 e	2,38 c	2,12 d	1,09 f	0,39 g	2,36 c	1,36 e	0,90 f	0,40 g

Valores representam a média de três replicações. *Letras diferentes na mesma linha representam resultados estatisticamente diferentes de acordo com o teste Scott-Knott, ($p < 0,05$). C: Controle; 100N: 100% 'Niagara Rosada'; 100M: 100% 'Máximo'; 75M: 75% 'Máximo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50M: 50% 'Máximo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25M: 25% 'Máximo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100B: 100% 'Bordo'; 75B: 75% 'Bordo' + 25% 'Niagara Rosada'; 50B: 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada'; 25B: 25% 'Bordo' + 75% 'Niagara Rosada'; 100V: 100% 'Violeta'; 75V: 75% 'Violeta' + 25% 'Niagara Rosada'; 50V: 50% 'Violeta' + 50% 'Niagara Rosada'; 25V: 25% 'Violeta' + 75% 'Niagara Rosada'.

Suco elaborado apenas com uvas 'Bordo' (100B) contém os maiores teores de triptofano, enquanto que os de uvas 'Violeta' mostram os maiores níveis de 5-hidroxitriptofano e L-dopa. De acordo com Strasser et al. (2016), o consumo recomendado de L-triptofano gira em torno de 5 mg kg⁻¹ peso corpóreo de uma pessoa adulta. Vale ressaltar que a ingestão de triptofano, 5-hidroxitriptofano e L-dopa, induz aumentos dos níveis de serotonina e dopamina no cérebro (MCDONAGH et al., 2016; JACOBSEN et al., 2016), compostos que agem relacionados a problemas como a depressão (JACOBSEN et al., 2016) e mal de Parkinson (MCDONAGH et al., 2016).

Houve boa correlação (Pearson) de L-dopa e 5-hidroxitriptofano com ABTS (R² = 0,86 e 0,87, respectivamente) e FRAP (R² = 0,86 e 0,87, respectivamente), demonstrando a possível ação desses aminoácidos com a eliminação de radicais livres. Além destes compostos, encontramos também correlações positivas significativas entre serotonina e ABTS (0,67) e FRAP (0,60). Maiores níveis de serotonina foram detectados em sucos de uvas 'Bordo' nas combinações 100B (14,55 mg L⁻¹) e 75B (13,91 mg L⁻¹) e uvas 'Violeta' (100V, 10,84 mg L⁻¹) e 'Máximo' (100M, 9,82 mg L⁻¹). Vale ressaltar que a adição de 'Niagara Rosada' promoveu diluição dessas aminas.

Resultados semelhantes em relação a correlação com a atividade antioxidante podem ser notados para triptamina (ABTS: 0,89 e FRAP: 0,92), um precursor da serotonina. Os maiores teores de triptamina são encontrados nos sucos contendo 'Violeta' (100V, 75V, 50V e 25V), entre 9,28 a 4,01 mg L⁻¹. Sucos elaborados com uvas 'Niagara Rosada' contém os menores teores de histamina e tiramina (Tabela 4). Essas aminas biogênicas são consideradas compostos antinutricionais que apresentam relação a condições higiênico-sanitárias do alimento, além de promoverem danos à saúde (LINARES et al., 2016; BIJI et al., 2016). No entanto, o limite tóxico depende dos níveis consumidos que chegam em 440,6 mg de histamina e 301,8 mg de tiramina por quilo de alimento (LINARES et al., 2016). Nenhum dos sucos analisados apresentam valores que pudessem ser considerados danosos a saúde, dessa forma, podem não provocar danos (LINARES et al., 2016).

Putrescina e cadaverina presentes naturalmente em vegetais e dependendo dos níveis são algumas vezes associadas a más condições sanitárias das uvas, o que não é desejável (PAPAGEORGIOU et al., 2018). Putrescina, cadaverina, espermina e espermidina podem potencializar o efeito tóxico da histamina, por meio da inibição de enzimas metabolizantes intestinais como a diamino oxidase e histamina N-

metiltransferase (BIJI et al., 2016). Tanto as diaminas, como as poliaminas, podem reagir com nitrito e formar nitrosaminas, compostos cancerígenos e capazes de apresentarem risco toxicológico adicional (ONAL et al., 2013). Por outro lado, espermina e espermidina são essenciais as células, pois estão relacionados com crescimento, diferenciação, proliferação, divisão e morte celular, além de agirem como antioxidantes (PAPAGEORGIOU et al., 2018). Nos sucos, notamos correlação da putrescina e espermidina a atividade antioxidante (ABTS: 0,83 e 0,79 e FRAP: 0,78 e 0,75, respectivamente).

Os maiores teores de putrescina e espermidina são encontrados no sucos 100% uvas 'Violeta' (2,63 e 2,32 mg L⁻¹, respectivamente) e de cadaverina e espermina nos sucos 100% 'Máximo' (1,23 e 5,17 mg L⁻¹, respectivamente), enquanto que sucos elaborados com uvas 'Niagara Rosada' (100N e C) apresentam os menores teores dessas aminas biogênicas. Pelos dados encontrados, os limites citotóxicos de ambas diaminas estão abaixo dos níveis considerados tóxicos (putrescina 881,50 mg kg⁻¹ e cadaverina 510,89 mg kg⁻¹) (DEL RIO et al., 2019).

Considerando a concentração de aminas biogênicas que apresentam relação com a toxidade, encontramos correlação positiva entre histamina, tiramina, putrescina e cadaverina. Ocorrendo especialmente, entre histamina e putrescina (R² = 0,71) e tiramina e cadaverina (R² = 0,84). Esses resultados foram semelhantes aos descritos em vinhos brancos e tintos, que correlações entre as aminas biogênicas (histamina, tiramina, putrescina e cadaverina) não necessariamente consigam causar prejuízos a saúde pela baixa concentração desses compostos, os quais são encontrados normalmente em derivados de uva (ORDÓÑEZ et al., 2017).

O consumo de espermidina e espermina são importantes no funcionamento de órgãos vitais em pessoas idosas, sabendo-se que tendem a diminuir com a idade (LARQUÉ; SABATER-MOLINA; ZAMORA, 2007). Por outro lado, devido a sua relação com divisão celular, alimentos contendo ambas aminas devem ser ingeridas controladamente em pessoas com neoplasias (CIPOLLA; HAVOUIIS; MOULINOX, 2010). Pelos nossos resultados, os sucos elaborados com as diferentes combinações de uvas podem ser consumidos pelos mais diversos tipos de pessoas, pois estão dentro dos padrões de consumo.

1.3.3 Análise de componentes principais (PCA) e hierárquica de cluster (HCA)

Um modelo descritivo de agrupamento foi estabelecido para os blends dos sucos de uva. Elaborou-se a análise de componentes principais (PCA) em função das atividades antioxidantes (ABTS e FRAP), polifenóis individuais e totais, parâmetros colorimétricos e sensorial (Figura 1). e compostos nitrogenados (Figura 2). Análise hierárquica de cluster (HCA) também foi realizada para estabelecer a similaridade (Pearson) entre os diferentes blends. As análises de componentes principais (Figura 1 e 2), demonstram o agrupamento entre as cultivares utilizadas nos blends.

Na Figura 1, a PC1 (56,69%) e PC2 (22,16%) explicam 77,85% da variação dos dados. O suco elaborado com 'Niagara Rosada', assim como todos os sucos com até 75% de 'Niagara Rosada' e 50% de uvas 'Bordo' (50B) e 'Máximo' (50M) estão agrupados na PC1-. Estes sucos apresentam maiores teores de rutina, ácido cafeico, 3-hidroxitirosol, ácido gálico e cianidina 3-O-glicosídeo (Tabela 1) e baixa pigmentação (Hue, C*, a*, b* e L*, Tabela 2).

Sucos elaborados com uvas 'Violeta', contendo até 50% de uvas 'Niagara Rosada' e 75% 'Máximo' e 'Bordo' estão agrupados na PC1+. Esse grupo contém maiores teores de antocianinas com exceção da cianidina 3-O-glicosídeo, além de ácido p-cumárico e ácido clorogênico. Neste quadrante também estão agrupadas as atividades antioxidantes (FRAP e DPPH), com destaque para os sucos elaborados com 100% de uvas 'Violeta' (44,83 mg L⁻¹ e 19,91 mg L⁻¹, respectivamente) (Tabela 1). Sucos 100% de uvas 'Violeta' também contêm valores altos de malvidina 3,5-diglicosídeo (26,18 mg L⁻¹), assim como os sucos elaborados com 100% de uvas 'Bordo' (35,40 mg L⁻¹) e 'Máximo' (33,51 mg L⁻¹). Os sucos 100B, 75B, 100V, 75V, 100M e 75M, que apresentam as maiores notas de cor e ICV (Tabela 3) também apresentam os maiores teores de antocianinas (PC1+). Notamos que as notas de aroma, flavor, geral, corpo e intenção de compra (ICC) estão relacionadas ao conteúdo de catequina, o qual é responsável pela adstringência e amargor em alimentos (PC2+), composto que é encontrado em maior conteúdo nos sucos com uvas 'Bordo' (50B, 75B, 100B). Por outro lado, o conteúdo de cianidina 3,5-diglicosídeo (PC2-), aonde os maiores conteúdos são encontrados nos sucos com mais de 50% de uvas 'Violeta' (50V, 75V e 100V) foi o composto com a menor interferência nos atributos sensoriais.

Para os compostos nitrogenados (Figura 2), a PCA explica 80,31% dos dados. Sucos elaborados com 75 e 100% de uvas vermelhas, assim como aqueles elaborados com 50V, agrupam-se na PC1+ devido aos teores dos compostos nitrogenados (Tabela 3). Nesta figura se torna nítido que o aumento do conteúdo de 'Niagara Rosada' nos sucos, induz diminuição desses compostos.

Figura 1 - Análise de componentes principais (PCA) das atividades antioxidantes, compostos fenólicos individuais e totais, sensorial e coloração em sucos com diferentes blends de uvas

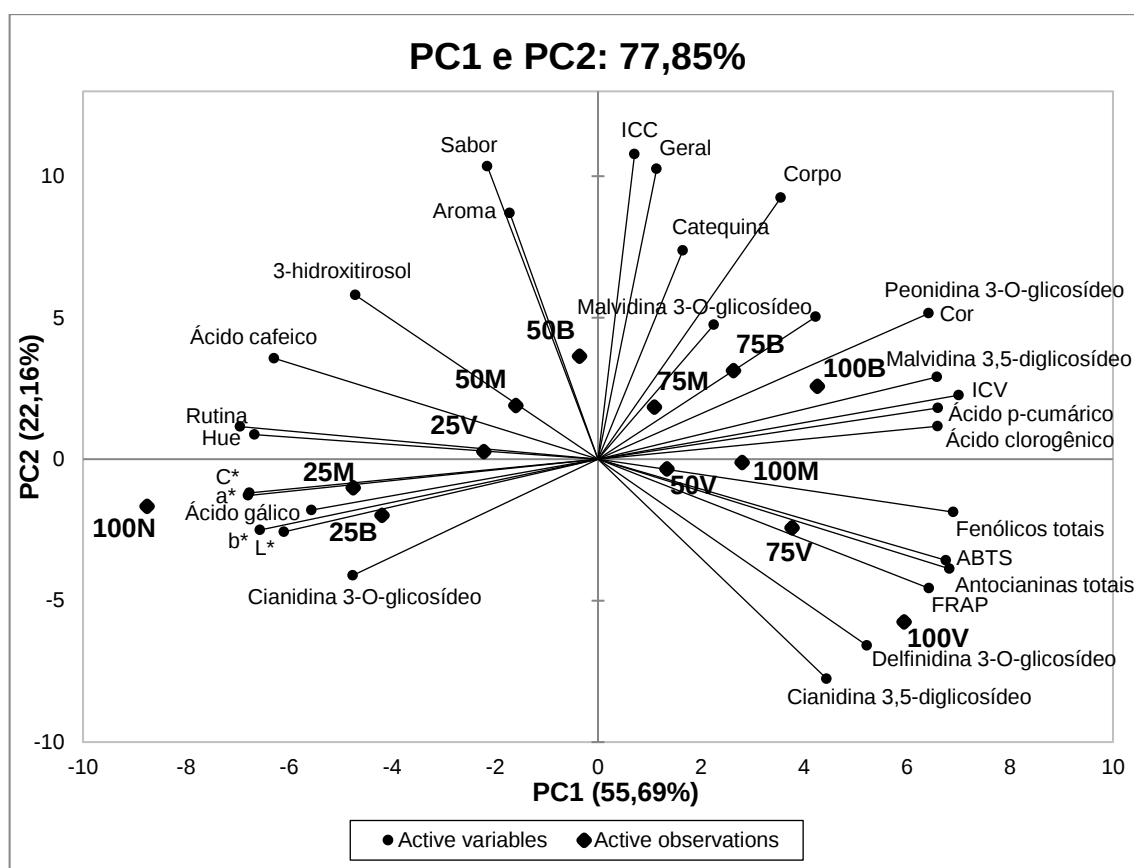
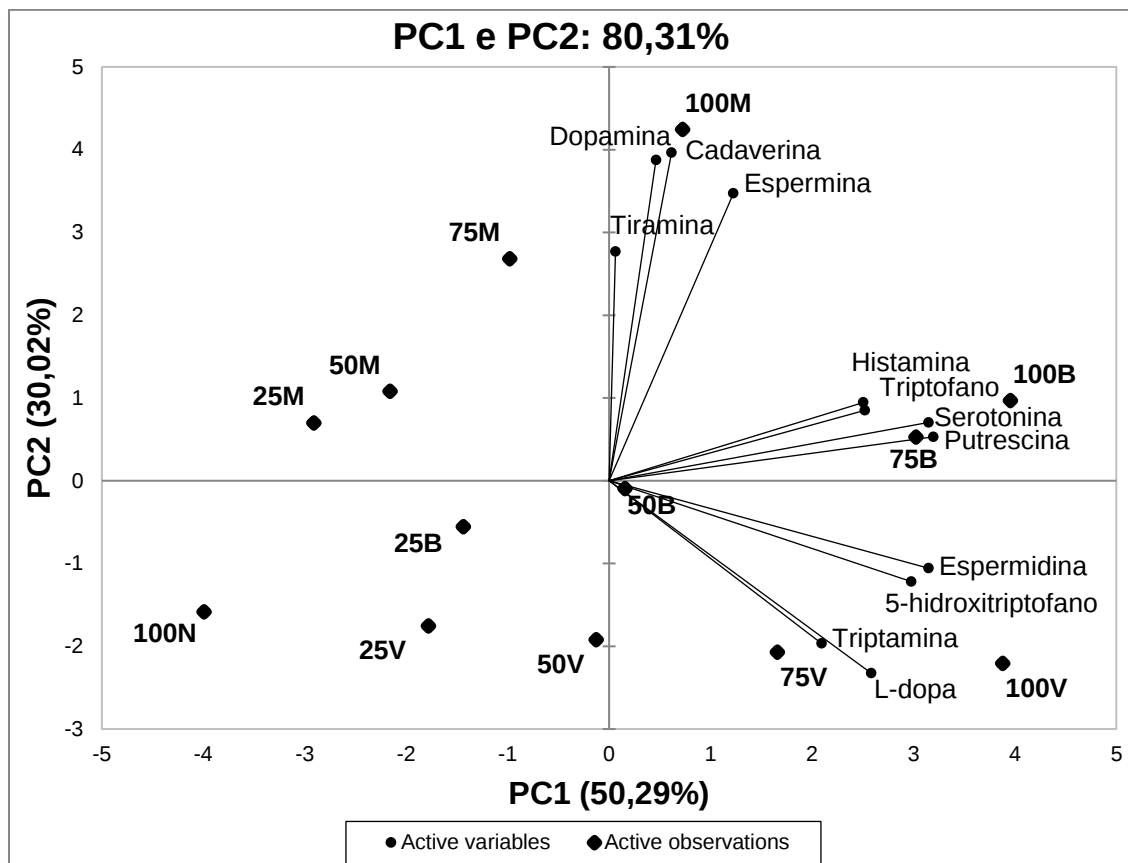


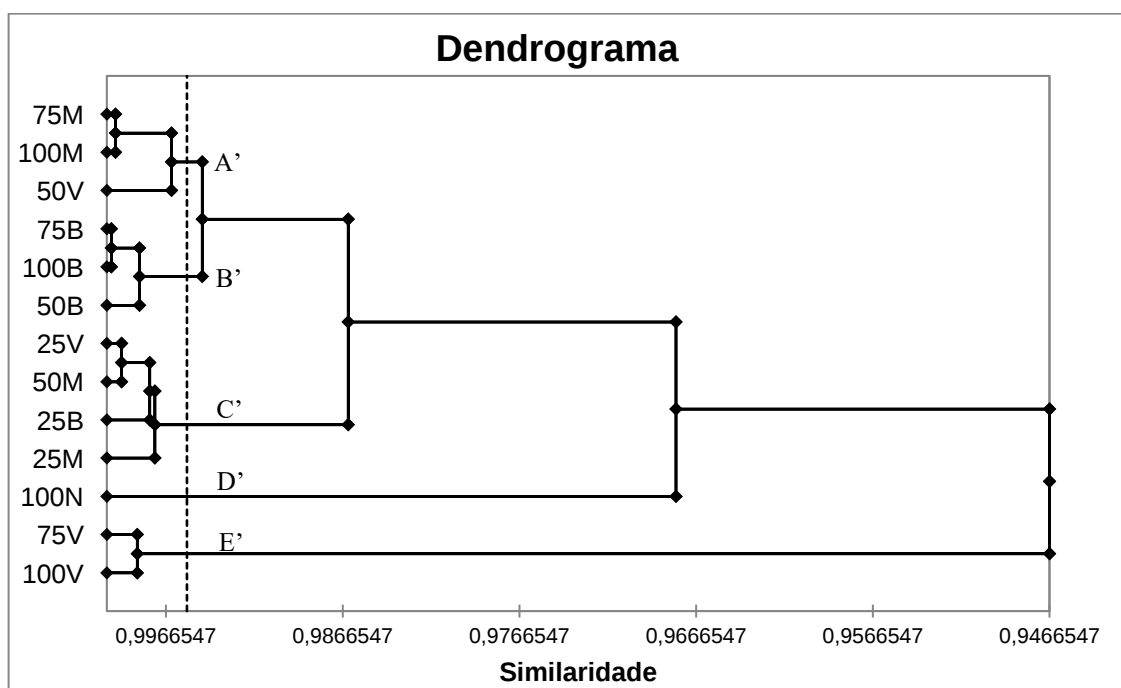
Figura 2 - Análise de componentes principais (PCA): gráfico de pontuação e gráfico de carga de atividades antioxidantes, compostos fenólicos individuais e totais em sucos com diferentes blends de uvas



A análise hierárquica de cluster (HCA) (Figura 3) demonstra a separação de cinco grupos distintos (A', B', C', D' e E'), retratando o encontrado nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 e Figuras 1 e 2. O dendrograma gerado mostra a separação dos sucos com 75 e 100% 'Máximo' e 50% de 'Violeta', que se agrupam pelos conteúdos semelhantes de antocianinas totais e atividade antioxidante (ABTS e FRAP) (A'). Sucos com 50, 75 e 100% de 'Bordo' se agrupam pelos conteúdos de catequina, histamina, triptofano, serotonina e por parâmetros sensoriais (cor, aroma, sabor, corpo, geral e ICC) (B'). Sucos com combinações com 75% de 'Niagara Rosada' e 50% 'Máximo', apresentam níveis semelhantes de compostos fenólicos, colorimétricos e sensoriais, influenciados pela combinação semelhante de 'Niagara Rosada' (C'). Suco contendo 100% 'Niagara Rosada' (100N) separou-se dos demais, devido ao maior conteúdo encontrado de cianidina 3-O-glicosídeo, rutina, 3-hidroxitirosol e ácido cafeico (D'). Os sucos com os maiores teores de 'Violeta' (75 e 100%) (75V e 100V) diferenciam-se dos demais

sucos devido aos maiores conteúdos de cianidina 3,5-diglicosídeo e delphinidina 3-O-glicosídeo, antocianinas totais, atividade antioxidante (ABTS e FRAP), L-dopa e triptamina (E'). Esses resultados evidenciam o potencial das combinações de uvas para formulação de sucos com altos níveis de antioxidantes em relação a composição de compostos fenólicos e nitrogenados e aceitação sensorial.

Figura 3 - Dendrograma da análise de agrupamentos entre combinações de 'Niagara Rosada' com 'Máximo', 'Bordo' e 'Violeta'.



A presença de uvas 'Niagara Rosada' não contribui para o conteúdo de polifenóis, aminoácidos e aminas biogênicas, devendo ser usado em quantidades equilibradas para manter a qualidade antioxidante em relação a esses compostos. Atualmente, devido à maior disponibilidade de matéria prima e estabilizantes naturais (ácido gálico, ácido cafeico e rutina) responsáveis pela estabilização do cromóforo das antocianinas, uvas 'Niagara Rosada' podem ser apontadas como uma opção para elaboração de sucos, principalmente em blends com uvas 'Bordo' devido a boa aceitação dos atributos sensoriais nesses sucos (50B, 75B).

A composição e a disponibilidade da matéria prima são de grande importância para indústria. As uvas utilizadas nos sucos são híbridas derivadas de cruzamentos com diferentes *Vitis* sp. e apresentam boa produtividade, capacidade antioxidante e adaptação em diversos ambientes, podendo, dessa forma, serem usadas pela

indústria na elaboração de bebidas funcionais. Neste sentido, o híbrido 'Violeta' tem sido considerado ótima opção para a elaboração de vinhos tintos e sucos de uva devido à alta intensidade de cor e capacidade antioxidante (REBELLO et al., 2013). Entretanto, uvas como a 'Bordo' e 'Máximo' são também opções viáveis para viticultores e para a indústria de alimentos, com grande potencial para incrementar a cor dos sucos de cultivares com baixa pigmentação e aceitabilidade, como a 'Niagara Rosada'. A análise dos resultados obtidos permite afirmar que mesmo que as uvas 'Niagara Rosada' apresentem excedente de produção em algumas regiões e que podem ser usadas na elaboração de sucos, não se recomenda sucos somente de uvas 'Niagara Rosada' para não comprometer os níveis de antioxidantes e atributos sensoriais esperados pelo consumidor, como a cor.

1.4 CONCLUSÕES

Os perfis dos compostos fenólicos, nitrogenados, potencial antioxidante, colorimétrico e sensorial dos sucos avaliados neste estudo variam de acordo com as características genéticas de cada cultivar de uva e respectivos blends realizados. Sucos de uva 'BRS Violeta' apresentaram maior teor de antocianinas e fenólicos totais e, conseqüentemente, apresentam maior capacidade antioxidante; entretanto, menor aceitabilidade. Suco elaborado apenas com 'Niagara Rosada' não contribuiu para o incremento de polifenóis, compostos nitrogenados, coloração e aceitabilidade, devendo ser sempre usado apenas em blends e em baixas quantidades. Os sucos com uvas vermelhas ('IAC 138-22 Máximo', 'Bordo' e 'BRS Violeta') apresentam altos conteúdos de compostos nitrogenados e podem ser escolhidos conforme o composto desejado. Os blends com 75 a 50% de uvas vermelhas podem ser boas alternativas na produção de suco com 'Niagara Rosada' em relação ao potencial antioxidante e aceitabilidade. Pela característica das cultivares tintas ('IAC 138-22 Máximo', 'Bordo' e 'BRS Violeta') apresentarem maior teor de antocianinas, o que atribuiu a cor nos sucos, as tornam boas alternativas para serem utilizadas em misturas, como a 'Niagara Rosada', mantendo a qualidade nutricional e funcional, mesmo que utilizado individualmente ou em misturas com outras cultivares. Suco com 50% 'Bordo' + 50% 'Niagara Rosada' (50B), apresenta ser o melhor blend, com bons níveis de compostos funcionais e alta aceitabilidade, comparado aos demais sucos. Nossos resultados também indicam que a intensidade de cor pode significar maior potencial antioxidante;

no entanto, a maior aceitabilidade pelos consumidores foi atribuída ao gosto geral, sabor e aroma. Assim, o uso de 'Niagara Rosada', mesmo com baixa coloração, está associada a interação das suas propriedades na aceitação em blends.

REFERÊNCIAS

BELMIRO, Tailândia Maracajá Canuto; PEREIRA, Claudete Fernandes; PAIM, Ana Paula Silveira. Red wines from South America: Content of phenolic compounds and chemometric distinction by origin. **Microchemical Journal**, v. 133, p. 114-120, 2017.

BENZIE, Iris F. F; STRAIN, John J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BIJI, K. B. et al. Biogenic amines in seafood: a review. **Journal of food science and technology**, v. 53, n. 5, p. 2210-2218, 2016.

CIPOLLA, Bernard G.; HAVOUIS, René; MOULINOUX, Jacques-Philippe. Polyamine reduced diet (PRD) nutrition therapy in hormone refractory prostate cancer patients. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 64, n. 5, p. 363-368, 2010.

DADÁKOVÁ, Eva; KŘÍŽEK, Martin; PELIKÁNOVÁ, Tamara. Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). **Food chemistry**, v. 116, n. 1, p. 365-370, 2009.

DE CASTILHOS, Maurício Bonatto Machado et al. Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-Vitis vinifera red wines. **LWT-Food Science and Technology**, v. 54, n. 2, p. 360-366, 2013.

DE MELLO, Loiva M. R. Panorama da produção de uvas no Brasil. **Embrapa Uva e Vinho-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, 2018.

DEL RIO, Beatriz et al. The biogenic amines putrescine and cadaverine show in vitro cytotoxicity at concentrations that can be found in foods. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2019.

DIAMANTE, Marla Silvia et al. Bioactive Amines Screening in Four Genotypes of Thermally Processed Cauliflower. **Antioxidants**, v. 8, n. 8, p. 311, 2019.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRÖLECH, Dianini Brum et al. Chemical and sensory analysis of juices and cuts of 'Bordô' and 'Niágara Rosada' grapes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 1, 2019.

GAUDETTE, Nicole J.; DELWICHE, Jeannine F.; PICKERING, Gary J. The contribution of bitter blockers and sensory interactions to flavour perception. **Chemosensory Perception**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2016.

GOMEZ-GOMEZ, Hector Alonzo et al. Phenolic Compounds and Polyamines in Grape-Derived Beverages. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 12, 2018.

GRANATO, Daniel et al. Authentication of geographical origin and crop system of grape juices by phenolic compounds and antioxidant activity using chemometrics. **Journal of food science**, v. 80, n. 3, p. C584-C593, 2015.

HE, Fei et al. Anthocyanins and their variation in red wines I. Monomeric anthocyanins and their color expression. **Molecules**, v. 17, n. 2, p. 1571-1601, 2012.

JACOBSEN, Jacob PR et al. Adjunctive 5-Hydroxytryptophan slow-release for treatment-resistant depression: clinical and preclinical rationale. **Trends in pharmacological sciences**, v. 37, n. 11, p. 933-944, 2016.

KAURINOVIC, Biljana; VASTAG, Djendji. Flavonoids and Phenolic Acids as Potential Natural Antioxidants. In: **Antioxidants**. IntechOpen, 2019.

KUMAR, Shashank; PANDEY, Abhay K. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. **The Scientific World Journal**, v. 2013, 2013.

LARQUÉ, Elvira; SABATER-MOLINA, María; ZAMORA, Salvador. Biological significance of dietary polyamines. **Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 87-95, 2007.

LIMA, Giuseppina Pace Pereira et al. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International journal of food science & technology**, v. 43, n. 10, p. 1838-1843, 2008.

LINARES, Daniel M. et al. Comparative analysis of the in vitro cytotoxicity of the dietary biogenic amines tyramine and histamine. **Food chemistry**, v. 197, p. 658-663, 2016

MCDONAGH, Birgitte Hjelmeland et al. L-DOPA-coated manganese oxide nanoparticles as dual MRI contrast agents and drug-delivery vehicles. **Small**, v. 12, n. 3, p. 301-306, 2016.

MDIC - M. do D. Indústria e Comércio Exterior. **Comex Vis: Principais produtos exportados**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppe?ppe=3833>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

NATIVIDADE, Mariana Mirelle Pereira et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665-674, 2013.

ÖNAL, Armağan; TEKKELI, Serife Evrim Kepekci; ÖNAL, Cem. A review of the liquid chromatographic methods for the determination of biogenic amines in foods. **Food chemistry**, v. 138, n. 1, p. 509-515, 2013.

ORDÓÑEZ, J. L. et al. Evaluation of biogenic amines profile in opened wine bottles: Effect of storage conditions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 63, p. 139-147, 2017.

PAPAGEORGIOU, Myrsini et al. Literature update of analytical methods for biogenic amines determination in food and beverages. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 98, p. 128-142, 2018.

PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Brian L.; MCMAHON, Thomas A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences discussions**, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PEREIRA, Aline; MARASCHIN, Marcelo. Banana (*Musa* spp) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. **Journal of ethnopharmacology**, v. 160, p. 149-163, 2015.

RE, Roberta et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology and medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

REBELLO, Ligia Portugal Gomes et al. Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubra × IAC 1398-21) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 354-366, 2013.

RUSTIONI, Laura et al. Pink berry grape (*Vitis vinifera* L.) characterization: Reflectance spectroscopy, HPLC and molecular markers. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 98, p. 138-145, 2016.

SAMOTICHA, Justyna et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of twelve grape cultivars measured by chemical and electrochemical methods. **European Food Research and Technology**, v. 244, n. 11, p. 1933-1943, 2018.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. rev. Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

SHAHAB, Muhammad et al. Anthocyanin accumulation and color development of 'Benitaka' table grape subjected to exogenous abscisic acid application at different timings of ripening. **Agronomy**, v. 9, n. 4, p. 164, 2019.

STRASSER, Barbara; GOSTNER, Johanna M.; FUCHS, Dietmar. Mood, food, and cognition: role of tryptophan and serotonin. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 19, n. 1, p. 55-61, 2016.

TAVARES, Iasnaia Maria de Carvalho et al. BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21) grape juice powder produced by foam mat drying. Part I: Effect of drying temperature on phenolic compounds and antioxidant activity. **Food Chemistry**, p. 124971, 2019.

WOJDYŁO, Aneta et al. Characterisation of (poly) phenolic constituents of two interspecific red hybrids of Rondo and Regent (*Vitis vinifera*) by LC–PDA–ESI-MS QTof. **Food chemistry**, v. 239, p. 94-101, 2018.

YAMAMOTO, Lilian Yukari et al. Application of abscisic acid (S-ABA) to cv. Isabel grapes (*Vitis vinifera* × *Vitis labrusca*) for color improvement: Effects on color, phenolic composition and antioxidant capacity of their grape juice. **Food research international**, v. 77, p. 572-583, 2015.

CAPÍTULO 2

COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE FARINHA DE UVA

Resumo

O bagaço de uva é o principal resíduo da produção de suco e vinho. Os produtos derivados de bagaço de uva, como farinhas, podem ser uma rica fonte de compostos fenólicos com alta capacidade antioxidante. O objetivo geral deste estudo foi avaliar os compostos fenólicos, antocianinas, capacidade antioxidante, aminas biogênicas e aminoácidos em farinhas obtidas de bagaço de uva. Foram utilizadas quatro cultivares ('Niagara Rosada', 'Bordo', 'BRS Violeta' e 'IAC 138-22 Máximo'), isoladas ou em mistura, para a produção de suco e do bagaço resultante, produção de farinhas. O perfil de compostos fenólicos individuais, incluindo antocianinas, e a capacidade antioxidante foram maiores nas farinhas do que nos sucos comercialmente disponíveis. O menor nível de composto fenólico e capacidade antioxidante foram observados na farinha obtida da cultivar 'Niagara Rosada'. As farinhas obtidas com outras cultivares mostraram um perfil interessante de compostos fenólicos, aminas biogênicas, aminoácidos e capacidade antioxidante; no entanto, a adição de 'Niagara Rosada' às misturas resultou em menor bioatividade. As farinhas contendo 'Niagara Rosada' apresentam quantidades reduzidas de compostos bioativos e capacidade antioxidante, quando comparadas às farinhas obtidas de outras cultivares. Assim, a produção de farinhas resulta em menor desperdício industrial e pode ser usada como aditivo alimentar para aumentar o teor de antioxidantes.

Palavras-chave: Polifenóis. Aminoácidos. Resíduos. Subproduto de uva. Blend de uvas. Aminas biogênicas.

BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF GRAPE POMACE FLOURS

Abstract

Grape pomace is the main residue from juice and wine production. The products derived from grape pomace, such as flours, may be a rich source of phenolic compounds with high antioxidant capacity. The overall objective of this study was to assess the phenolic compounds, anthocyanins, antioxidant capacity, biogenic amines and amino acids in flours obtained from grape pomace. Four cultivars ('Niagara Rosada', 'Bordo', 'BRS Violeta', and 'IAC 138-22 Máximo') were used, isolated or as blends, for juice production and from the resulting pomace, flours were produced. The profile of individual phenolic compounds, including anthocyanins, and the antioxidant capacity were higher in flours than in juices commercially available. The lowest level of phenolic compound and antioxidant capacity were observed in the flour obtained from cultivar 'Niagara Rosada'. Flours obtained with other cultivars showed an interesting profile of phenolic compounds, biogenic amines, amino acids and antioxidant capacity; however, the addition of 'Niagara Rosada' to blends resulted in decreased bioactivity. Flours containing 'Niagara Rosada' have reduced amounts of bioactive compounds and antioxidant capacity, when compared to flours obtained from other cultivars. Thus, the production of flours results in reduced industrial waste and can be used as food additives to bolster the antioxidant content.

Keywords: Polyphenols. Amino acids. Residues. Grape blend. Grape by-product. Biogenic amines.

2.1 INTRODUÇÃO

Os resíduos da indústria vinícola e de suco de uva atraíram a atenção como componentes potenciais para novos produtos alimentícios. O emprego desses subprodutos na indústria de alimentos pode promover um conjunto de benefícios, reduzindo o desperdício industrial e aumentando os ganhos econômicos com a reutilização. No Brasil, os sucos de uvas são elaborados principalmente a partir de uvas híbridas como as cultivares 'Bordo', 'Máximo' e 'Violeta' (GOMEZ-GOMEZ et al., 2018). Das uvas produzidas para consumo fresco (*in natura*), a cultivar 'Niagara Rosada' se destaca por sua alta produtividade. No entanto, há uma produção excedente e a indústria empregou esta cultivar para extração de suco. O 'Niagara Rosada' é menos pigmentado do que outras uvas e requer misturas para obter sucos com maior aceitação do consumidor (CRUZ et al., 2018).

Os sucos de uva são extraídos por prensagem a quente ou a frio e o bagaço resultante é geralmente descartado. O bagaço de uva é o principal resíduo sólido da indústria de sucos, representando até 60% do total de resíduos sólidos e cerca de 20 a 25%, em peso, das uvas utilizadas (SPIGNO; MARINONI; GARRIDO, 2017). O destino dos resíduos sólidos da uva é espalhamento na terra, incineração ou a alimentação de animais (SPIGNO et al., 2017); enquanto que este material pode apresentar vários compostos com benefícios à saúde e agregar valor aos produtos das indústrias alimentícia, cosmética ou farmacêutica. Além disso, esse resíduo pode ser utilizado para outros fins, como corantes naturais, conservantes e/ou antioxidantes em produtos alimentícios (TAVARES et al., 2019). Os principais compostos do bagaço de uva são proteínas, lipídios, carboidratos e minerais (TAŞERI et al., 2018), além de vitaminas e compostos fenólicos, que possuem atividade antioxidante contra espécies reativas de oxigênio. É bem descrito que os antioxidantes têm uma relação direta com efeitos antitumorais, antienvelhecimento, antimicrobiano e anti-inflamatório (PEIXOTO et al., 2018; SIES e JONES, 2020), tornando o produto interessante para consumo humano. No entanto, o equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes deve ser cuidadosamente considerado para evitar distúrbios metabólicos e progressão do câncer (SIES e JONES, 2020).

Metabolitos secundários são sintetizados principalmente em bagas de uva para proteger a fruta contra elicitores (físicos ou químicos) e estão diretamente relacionados a alterações de cor, sabor e aroma (RESTUCCIA et al., 2017). O bagaço

de uva pode mostrar variações no conteúdo do metabólito de acordo com a cultivar, condições de cultivo, clima, estágio de maturação (PEIXOTO et al., 2018; TAŞERI et al., 2018) ou pelo tipo de processamento, como temperatura de secagem para produção de farinha (TAVARES et al., 2019), embalagem e prazo de validade. Os compostos fenólicos são os principais compostos encontrados no bagaço de uva (TAŞERI et al., 2018; TAVARES et al., 2019) e certos aminoácidos (lisina, fenilalanina, tirosina, arginina e histidina) e aminas biogênicas (putrescina e cadaverina) foram descrito em subprodutos da vinificação (CHIKWANHA et al., 2018; MONCALVO et al., 2016). No entanto, existem poucos estudos relatando o conteúdo de aminas biogênicas em subprodutos da produção de suco de uva. Algumas aminas biogênicas devem ser quantificadas em alimentos porque exercem efeito alergênico e/ou tóxico (histamina e tiramina) em consumidores (SÁNCHEZ-PÉREZ et al., 2018) e indicam más condições sanitárias (cadaverina e putrescina) (PAPAGEORGIOU et al., 2018).

O descarte alternativo de resíduos da indústria de suco de uva pode reduzir ainda mais a contaminação ambiental e fornecer uma reutilização interessante para um resíduo de baixo custo com potenciais propriedades nutricionais e funcionais. Na literatura, estão ausentes ou escassas as informações sobre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante das farinhas obtidas após a extração do suco de uva. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o perfil de compostos fenólicos e aminas bioativas e a capacidade antioxidante de farinhas de bagaço de uva (GPF) obtidas de diferentes misturas de uvas utilizadas na produção de suco. Também foram avaliadas as correlações entre capacidade antioxidante, conteúdo fenólico total (CPT) e conteúdo total de antocianinas (TAC).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Produtos químicos

Acetato de sódio anidro, ácido acético, ácido clorídrico, álcool etílico, Folin-Ciocalteu, cloreto de potássio, carbonato de sódio, carbonato de sódio, persulfato de potássio, cloreto de ferro foram obtidos da Dinâmica Química Contemporânea Ltda (Indaiatuba, SP, Brasil). Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico), 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), ácido 2,2'-Azinobis- (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) (ABTS), 2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), cloreto de dansila, L-prolina, carbonato de potássio, tolueno, ácido perclórico, ácido fosfórico, acetonitrila, metanol, acetato de

sódio trihidratado, cianidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, peonidina 3-O-glicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3,5-diglicosídeo, rutina, 3-hidroxitirosol, ácido gálico, ácido p-cumárico, ácido cafeico, ácido trans-ferúlico, catequina, triptofano, 5-hidroxitriptofano, L-dopa, dopamina, serotonina, triptamina, histamina, tiramina, putrescina, cadaverina, espermidina e espermina foram adquiridos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). A água purificada foi adquirida por sistema Milli-Q® (Millipore, Bedford, MA, EUA).

2.2.2 Cultivares de uvas, localização e condições de cultivo e colheita das uvas

Foram utilizadas quatro cultivares híbridas de uva: 'Niagara Rosada' - resultado da mutação somática de 'Niagara Branca' ('Concord' × 'Cassady'), 'Máximo' - 'IAC 138-22 Máximo' ('Seibel 11342' × 'Syrah'), 'Bordo' - resultado da seleção de sementes 'Hartford' ('Isabella' × '*V. labrusca*') e 'Violeta' - 'BRS Violeta' ('Traviu' × 'Rubea'). O porta-enxerto utilizado foi o 'IAC 572 Jales' ('*V. caribaea*' × '101-14 Mgt'). O vinhedo experimental está localizado em São Manuel (longitude 48° 34' W, latitude 22° 46' S; 751 m de altitude), São Paulo, Brasil. Segundo Köppen, o local possui um clima tipo Cwa (subtropical com inverno seco) (PEEL et al., 2007). A temperatura média anual é de 19,8 °C, com uma pluviosidade anual de 1340 mm. A área experimental apresenta Latossolo Vermelho Amarelo (DOS SANTOS et al., 2013).

As uvas com quatro anos de idade foram treinadas em cordão podado (0,8 m do solo) com espaçamento de 2,0 x 1,0 m. As uvas foram colhidas após o amadurecimento em dezembro de 2017, quando atingiram o estágio de maturação, ou seja, o teor médio de sólidos solúveis variou de 17 a 20 °Brix e a acidez titulável variou de 0,7 a 1,3% de ácido tartárico.

2.2.3 Processamento dos resíduos dos sucos de uva para a produção de farinha

Sucos integrais com as cultivares 'Niagara Rosada', 'Máximo', 'Bordo' e 'Violeta' e misturas de 75%, 50% e 25% de cada cultivar com a cultivar 'Niagara Rosada' foram obtidos por prensagem a quente (60 ± 2 °C, 1h). Os bagaços residuais da uva, compostas por sementes, casca e polpa, foram acondicionadas em papel alumínio e secas em estufa a 50 °C com ar forçado (SP-400, SPLABOR) até atingir peso constante (aproximadamente 48h). O material seco foi triturado em um moinho Willey®

(TE-650, Tecnal, SP, Brasil) usando uma peneira de 0,5 mm. As farinhas foram ensacadas em um saco de polipropileno escuro (0,8 mm de espessura) e armazenadas a -18 °C até análise posterior. Os GPF obtidos foram identificados da seguinte forma: 100N (100% 'Niagara Rosada'), 100M (100% 'Máximo'), 100B (100% 'Bordo'), 100V (100% 'Violeta'), 75M, 50M e 25M (% de 'Máximo' + 'Niagara Rosada'), 75B, 50B e 25B (% de 'Bordo' + 'Niagara Rosada') e 75V, 50V e 25V (% de 'Violeta' + 'Niagara Rosada').

Todo o procedimento de secagem, preparação da farinha e análise dos compostos foram realizados na ausência de luz. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. Cada repetição consistiu em 200 gramas de amostras secas analisadas em triplicado.

2.2.4 Análises

Para a análise do perfil de compostos fenólicos, TPC, TAC e capacidade antioxidante (DPPH, FRAP e ABTS), 1 g de farinha foi homogeneizada com metanol: água: ácido acético (80: 19: 1 v/v), seguido de uma hora de banho ultra-sônico e centrifugação a 6000g por 20 minutos a 4 °C (Hettich Zentrifugen, Mikro220R). O sobrenadante foi coletado e o procedimento foi repetido duas vezes. Os sobrenadantes foram misturados e analisados.

2.2.4.1 Compostos fenólicos totais (TPC) e antocianinas totais (TAC)

O TPC foi determinado usando o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999). A absorbância foi determinada a 725 nm após 30 minutos de reação. Os resultados foram calculados usando uma curva padrão e expressos em mg equivalente a ácido gálico por kg de farinha (mg kg^{-1}).

O TAC foi realizado pelo método diferencial de pH (GIUSTI e WROLSTAD, 2001). A absorbância foi medida em 510 e 700 nm usando soluções tampão pH 1,0 e 4,5, respectivamente. O teor de antocianinas monoméricas foi expresso em mg equivalente de cianidina 3,5-diglucosídeo por kg de farinha (mg kg^{-1}) usando o coeficiente de absorção molar ($\epsilon = 30,175$).

2.2.4.2 Capacidade antioxidante *in vitro*

A atividade de eliminação de radicais livres das farinhas foi realizada utilizando três ensaios espectrofotométricos diferentes, isto é, DPPH, ABTS e FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). A capacidade da farinha para reduzir o radical DPPH foi realizada de acordo com Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). A absorbância foi medida em 517 nm. A atividade de eliminação do radical ABTS foi detectada pelo método espectrofotométrico e a leitura foi determinada a 734 nm (RE et al., 1999). Os resultados de DPPH e ABTS foram expressos em mg de equivalentes de Trolox por kg de farinha (TEAC; mg TEAC kg⁻¹) usando a curva padrão (DPPH: $y = 23,606x + 2,5805$, $R^2 = 0,99$ e ABTS: $y = 9,389x + 5,5331$, $R^2 = 0,99$). O FRAP foi realizado de acordo com Benzie e Strain (1996), e a leitura foi realizada a 594 nm e expressa em mM Fe₂ kg⁻¹ de farinha.

2.2.4.3 Análise de compostos fenólicos via HPLC

O extrato metanólico descrito no tópico 2.2.4 foi utilizado para a detecção de compostos fenólicos. A extração, separação, identificação e quantificação dos compostos fenólicos nas farinhas foram realizadas de acordo com Natividade et al. (2013), com pequenas modificações. Resumidamente, os extratos foram filtrados através de filtros de membrana (PTFE, 0,45 µm, Millipore, Massachusetts, EUA) e injetados (20 µL) em um sistema de HPLC (Ultimate 3000 BioRS, Dionex-Thermo Fisher Scientific Inc., EUA), acoplado a um detector de matriz de diodos (DAD-3000RS) e coluna C18 (2,0 × 50 mm, Luna® C18 HST 2,5 µm; Phenomenex, Torrence, CA, EUA), com uma vazão de 0,6 mL min⁻¹ a 39 °C.

A fase móvel consistiu em 0,85% de ácido fosfórico (A) e 100% de acetonitrila (B) e a eluição cromatográfica foi realizada usando o seguinte gradiente: 0-2,5 min, 4% de B; 2,5-7,5 min, 8% de B; 7,5-15 min, 12% de B; 15-18 min, 15% de B; 18-20 minutos, 20% de B; 20-21 min, 25% de B; 21-22 min, 35% de B; 22-24 min, 70% de B; 24-25 minutos, 65% de B; 25-25,5 min, 40% de B; 25,5-28 min, 100% A.

Os compostos fenólicos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção e espectro UV com os padrões comerciais, e a quantificação foi realizada através de curvas padrão. O perfil dos compostos fenólicos foi medido a 280 nm (3-hidroxitirosol e catequina), 320 nm (ácido cafeico, ácido trans-ferúlico e ácido p-

cumárico), 360 nm (rutina e kaempferol) e 520 nm (cianidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, peonidina 3-O-glicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3-O-glicosídeo e malvidina 3,5-diglicosídeo). As curvas de calibração foram preparadas para cada padrão comercial (3-hidroxitirosol: $y = 0,1358x + 0,1846$, $R^2 = 0,99$; catequina: $y = 0,0752x - 0,0219$, $R^2 = 0,99$; ácido cafeico $y = 1,5939x - 0,7079$, $R^2 = 1$; ácido trans-ferúlico: $y = 1,5602x - 2,9656$, $R^2 = 0,99$; ácido p-cumárico: $y = 1,909x - 1,1511$, $R^2 = 0,99$; rutina: $y = 0,2929x - 1,2252$, $R^2 = 0,99$; kaempferol: $0,2162x - 0,0227$, $R^2 = 0,99$; cianidina 3-O-glicosídeo: $y = 0,5095x + 0,197$, $R^2 = 0,99$; cianidina 3,5-diglicosídeo: $y = 0,109x - 3,791$, $R^2 = 0,99$; peonidina 3-O-glicosídeo: $y = 0,8948x - 0,8422$, $R^2 = 0,99$; delphinidina 3-O-diglicosídeo: $y = 0,393x - 8,8362$, $R^2 = 0,99$; malvidina 3-O-glicosídeo: $y = 0,8694x - 2,8674$, $R^2 = 0,99$ e malvidina 3,5-diglicosídeo: $y = 0,2388x - 0,5107$, $R^2 = 0,99$).

2.2.4.4 Análise do conteúdo de aminoácidos (AA) e aminas biogênicas via HPLC

A extração de aminoácidos e aminas biogênicas foi realizada de acordo com Lima et al. (2008) e depois analisada por HPLC (DADÁKOVÁ; KŘÍŽEK; PELIKÁNOVÁ, 2009), com modificações (DIAMANTE et al., 2019).

A identificação dos compostos foi realizada comparando o tempo de retenção e o espectro UV com o padrão comercial. As curvas de calibração foram preparadas para cada padrão comercial. Foram determinados os teores de aminoácidos (triptofano, 5-hidroxitriptofano e L-dopa) e aminas biogênicas (histamina, serotonina, tiramina, triptamina, dopamina, putrescina, cadaverina, espermidina e espermina). Os dados foram expressos em mg kg^{-1} de peso seco.

2.2.5 Análise estatística

Os resultados analisados em triplicata foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados com a aplicação do teste de Scott-Knott utilizando o programa estatístico SISVAR, versão 5.4 (FERREIRA, 2011). A análise de correlação, análise de componentes principais (PCA) e análise de cluster hierárquico (HCA) foram realizadas no software estatístico XLSTAT, versão 19.4 (Addinsoft, França). O valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Compostos fenólicos e atividade antioxidante em farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco com diferentes uvas

O perfil de compostos fenólicos individuais, incluindo antocianinas (Tabela 1), e a capacidade antioxidante (Tabela 2) foram maiores no GPF do que nos sucos elaborados com uvas semelhantes ou empregando outras uvas mais estabelecidas no Brasil para esse fim (LIMA et al., 2014). Treze compostos fenólicos individuais foram detectados por HPLC (Tabela 1). O GPF 100V apresentou o maior conteúdo de fenólicos individuais ($304,5 \text{ mg kg}^{-1}$), seguido pelas misturas 75V ($292,6 \text{ mg kg}^{-1}$) e 50V ($228,7 \text{ mg kg}^{-1}$). Os níveis mais baixos desses compostos ($117,4 \text{ mg kg}^{-1}$) foram observados no GPF 100N.

As antocianinas foram o principal composto fenólico no GPF 100V, 100B e 100M, representando 79,8, 67,0 e 64,1% do total de compostos fenólicos individuais, respectivamente. Como esperado, devido à menor pigmentação das uvas 'Niagara Rosada', os níveis de antocianinas no GPF 100N foram os mais baixos, atingindo 44,2%. No entanto, mesmo com baixos níveis de compostos fenólicos (Tabela 1), a farinha da 'Niagara Rosada' (100N) contém os níveis mais altos de rutina ($12,2 \text{ mg kg}^{-1}$) e ácido cafeico ($12,3 \text{ mg kg}^{-1}$), enquanto que as farinhas das uvas 'Bordo' e 'Máximo' apresentaram os maiores níveis de kaempferol (Tabela 1). O maior teor de malvidina 3-O-glicosídeo foi encontrado em 'Máximo' ($7,1 \text{ mg kg}^{-1}$) e malvidina 3,5-diglicosídeo e catequina são os principais compostos na farinha de 'Bordo' (100B) ($78,2$ e $48,4 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente). O GPF 100V destaca-se pelo conteúdo de alguns compostos, em comparação com outras farinhas, como (cianidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, Peonidina 3-O-glicosídeo, 3-hidroxtrosol, ácido p-cumárico e ácido trans-ferúlico) (Tabela 1). Outros estudos também detectaram antocianinas, como a malvidina 3,5-diglicosídeo em uvas 'Bordo' e 'Máximo' (DA SILVA et al., 2019; LAGO-VANZELA et al., 2011) e cianidina 3,5-diglicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3-O-glicosídeo e malvidina 3,5-diglicosídeo em uvas 'Violeta' (NATIVIDADE et al., 2013), em quantidades semelhantes às aqueles encontrados neste estudo. A catequina ($32,0$ a $48,4 \text{ mg kg}^{-1}$) foi o composto não antocianina mais abundante no GPF. Flavan-3-ols, bem como a catequina, são os principais compostos das sementes de uva (PEIXOTO et al., 2018).

Assim, os níveis de catequina encontrados no GPF podem ser atribuídos às sementes presentes no bagaço de uva.

Em relação à mistura, as farinhas elaboradas a partir de 'Máximo' (75M) apresentaram o maior teor de malvidina 3-O-glicosídeo ($6,8 \text{ mg kg}^{-1}$), enquanto as de 'Bordo' (75B) apresentaram malvidina 3,5-diglicosídeo ($49,6 \text{ mg kg}^{-1}$), kaempferol ($2,1 \text{ mg kg}^{-1}$) e catequina ($46,1 \text{ mg kg}^{-1}$). As farinhas contendo 75% de 'Violeta' (75V) apresentam altos níveis de cianidina 3-O-glicosídeo ($5,0 \text{ mg kg}^{-1}$), cianidina 3,5-diglicosídeo ($106,0 \text{ mg kg}^{-1}$), peonidina 3-O-glicosídeo ($2,3 \text{ mg kg}^{-1}$), delphinidina 3-O-glicosídeo ($32,8 \text{ mg kg}^{-1}$), 3-hidroxitirosol ($7,3 \mu\text{g kg}^{-1}$), ácido p-cumárico ($3,9 \text{ mg kg}^{-1}$) e ácido trans-ferúlico ($3,6 \text{ mg kg}^{-1}$) (Tabela 1). A presença de antocianinas diglicosídeos mostra que as uvas utilizadas são híbridas, uma vez que variedades de *V. vinífera* sintetizam apenas antocianinas monoglicosídeos (WOJDYŁO et al., 2018). A predominância de antocianinas 3,5-diglicosídeo é interessante no GPF, uma vez que são mais estáveis e têm maior resistência à oxidação e aquecimento quando comparadas às antocianinas monoglicosídeos (TAVARES et al., 2019; WOJDYŁO et al., 2018).

Os resultados das atividades de TPC, TAC e antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) de 100% de farinhas, sem misturas, mostram que a farinha 'Violeta' se destaca por apresentar o maior conteúdo de TPC, TAC e capacidade antioxidante. As farinhas das uvas 'Máximo' e 'Bordo' também apresentaram altos valores de malvidina 3,5-diglicosídeo, kaempferol e catequina e capacidade antioxidante (Tabela 2). Os compostos mais relevantes no GPF 100N foram rutina ($12,22 \text{ mg kg}^{-1}$) e ácido cafeico ($12,29 \text{ mg kg}^{-1}$), tornando esta farinha atraente para as indústrias alimentícias e farmacológicas, com o objetivo de elaborar produtos enriquecidos com esses compostos bioativos.

Tabela 1 - Compostos fenólicos individuais (mg kg⁻¹ DW) em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes combinações de uvas.

Composto	100N	100M	75M	50M	25M	100B	75B	50B	25B	100V	75V	50V	25V
<i>Antocianinas</i>													
Cianidina 3-O-glicosídeo	1,24 h*	0,54 l	0,63 k	1,04 j	1,17 i	2,53 d	2,16 f	1,98 g	1,94 g	7,20 a	4,96 b	3,95 c	2,32 e
Cianidina 3,5-diglicosídeo	28,48 h	29,83 h	29,39 h	29,19 h	29,02 h	37,38 e	34,21 f	32,23 g	32,22 g	118,11 a	106,01 b	79,50 c	54,25 d
Peonidina 3-O-glicosídeo	0,76 j	1,25 e	1,24 e	1,16 f	0,97 i	1,29 d	1,12 g	1,05 h	1,01 h	2,38 a	2,34 a	1,74 b	1,34 c
Delfinidina 3-O-glicosídeo	18,40 l	19,51 i	19,51 i	19,34 j	19,11 k	22,64 d	21,85 f	20,32 g	20,03 h	34,32 a	32,81 b	27,96 c	22,26 e
Malvidina 3-O-glicosídeo	nd	7,10 a	6,79 b	6,15 c	4,63 f	5,15 d	4,41 g	3,85 i	3,63 j	5,02 e	4,98 e	4,06 h	3,51 j
Malvidina 3,5-diglicosídeo	3,01 m	24,87 i	19,77 j	14,91 k	10,32 l	78,18 a	49,61 c	36,35 f	30,48 g	75,94 b	73,52 d	45,08 e	26,34 h
<i>Flavonol</i>													
Rutina	12,22 a	6,45 g	8,86 c	9,18 c	11,32 b	4,89 h	7,15 f	8,36 d	11,26 b	3,67 i	7,71 e	7,89 e	9,04 c
Kaempferol	0,65 h	2,88 a	1,96 c	1,79 d	1,37 f	2,91 a	2,08 b	1,57 e	0,99 g	0,08 j	0,17 i	0,18 i	0,22 i
<i>Ácidos fenólicos</i>													
3-hidroxitirosol ¹	0,57 k	1,58 i	1,32 j	1,26 j	1,12 j	5,94 c	3,66 f	2,98 g	2,20 h	8,34 a	7,30 b	5,40 d	4,95 e
Ácido p-cumárico	1,28 j	2,57 e	2,15 f	1,83 g	1,62 h	3,76 b	3,37 c	2,81 d	1,40 i	3,96 a	3,85 b	2,07 f	1,45 i
Ácido cafeico	12,29 a	1,28 m	2,90 l	5,92 j	11,34 d	9,85 h	10,21 g	10,58 f	12,08 b	4,40 k	8,59 i	10,85 e	11,57 c
Ácido trans-ferúlico	0,76 h	1,32 f	1,22 g	1,22 g	1,19 g	2,78 b	2,46 c	1,97 d	1,37 f	3,60 a	3,59 a	2,79 b	1,71 e
<i>Flavan-3-ol</i>													
Catequina	38,28 f	31,97 i	32,83 h	33,20 h	36,40 g	48,44 a	46,14 b	44,28 d	43,80 d	45,76 c	44,02	42,67 e	39,55 f

Valores representam a média de três replicações. *Letras diferentes na mesma linha representam resultados estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Scott-Knott, (p < 0,05). Coeficiente de variação: 0,44 a 4,00%. ¹Expressado em µg kg⁻¹. Nd: não detectado. 100N: 100% Niagara Rosada; 100M: 100% IAC 138-22 Máximo; 75M: 25% Niagara Rosada + 75% IAC 138-22 Máximo; 50M: 50% Niagara Rosada + 50% IAC 138-22 Máximo; 25M: 75% Niagara Rosada + 25% IAC 138-22 Máximo; 100B: 100% Bordo; 75B: 25% Niagara Rosada + 75% Bordo; 50B: 50% Niagara Rosada + 50% Bordo; 25B: 75% Niagara Rosada + 25% Bordo; 100V: 100% BRS Violeta; 75V: 25% Niagara Rosada + 75% BRS Violeta; 50V: 50% Niagara Rosada + 50% BRS Violeta; 25V: 75% Niagara Rosada + 25% BRS Violeta.

Tabela 2 - Antocianinas (TAC) e compostos fenólicos totais (TPC) e atividade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes combinações de uvas.

Composto	100N	100M	75M	50M	25M	100B	75B	50B	25B	100V	75V	50V	25V
TAC (mg g ⁻¹)	1,16 k*	2,46 g	1,83 h	1,53 i	1,32 j	5,51 c	3,76 e	2,82 f	1,45 i	7,93 a	7,28 b	5,08 d	2,44 g
TPC (mg g ⁻¹)	23,23 j	37,88 d	36,35 e	32,53 f	29,49 g	28,46 g	26,84 h	24,87 i	24,43 i	49,31 a	43,61 a	39,31 c	31,63 f
DPPH (mg TEAC kg ⁻¹)	255,40 h	343,70 b	339,21 b	335,60 c	313,07 e	332,92 c	321,91 d	292,90 f	278,97 g	357,98 a	343,54 b	334,92 c	328,30 d
ABTS (mg TEAC kg ⁻¹)	250,20 i	401,40 c	377,75 d	358,15 e	296,70 g	329,31 f	298,01 g	273,76 h	273,33 h	470,27 a	425,64 b	384,87 d	276,71 h
FRAP (mM Fe kg ⁻¹)	109,28 j	159,41 c	154,46 d	146,08 e	138,83 f	132,41 g	126,51 h	125,25 h	117,44 i	180,42 a	165,62 b	159,20 c	141,60 f

Valores representam a média de três replicações. *Letras diferentes na mesma linha representam resultados estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Scott-Knott, ($p < 0,05$). ¹Expressado em $\mu\text{g kg}^{-1}$. Coeficiente de variação: 1,18 a 2,90%. 100N: 100% Niagara Rosada; 100M: 100% IAC 138-22 Máximo; 75M: 25% Niagara Rosada + 75% IAC 138-22 Máximo; 50M: 50% Niagara Rosada + 50% IAC 138-22 Máximo; 25M: 75% Niagara Rosada + 25% IAC 138-22 Máximo; 100B: 100% Bordo; 75B: 25% Niagara Rosada + 75% Bordo; 50B: 50% Niagara Rosada + 50% Bordo; 25B: 75% Niagara Rosada + 25% Bordo; 100V: 100% BRS Violeta; 75V: 25% Niagara Rosada + 75% BRS Violeta; 50V: 50% Niagara Rosada + 50% BRS Violeta; 25V: 75% Niagara Rosada + 25% BRS Violeta.

O TPC apresentou maior correlação com a capacidade antioxidante (DPPH: $r = 0,81$; ABTS: $r = 0,95$ e FRAP: $r = 0,98$), quando comparado com o TAC (DPPH: $r = 0,59$; ABTS: $r = 0,69$ e FRAP: $r = 0,63$), possivelmente favorecido pela alta quantidade de compostos fenólicos encontrados principalmente nas farinhas da cultivar 'Violeta' (Tabela 1) e com maior capacidade antioxidante (Tabela 2). Outros estudos com farinha de uva demonstram uma alta proporção de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante (PEIXOTO et al., 2018; TAŞERI et al., 2018; TAVARES et al., 2019).

Por outro lado, a análise de correlação de Pearson de compostos fenólicos individuais com DPPH, ABTS e FRAP revela que houve uma correlação positiva com quatro antocianinas, ou seja, cianidina 3,5-diglicosídeo ($r = 0,52$, $0,70$ e $0,72$, respectivamente), delphinidina 3-O-glicosídeo ($r = 0,55$, $0,72$ e $0,71$, respectivamente), peonidina 3-O-glicosídeo ($r = 0,69$, $0,83$ e $0,84$, respectivamente) e malvidina 3-O-glicosídeo ($r = 0,79$, $0,62$ e $0,63$, respectivamente). Esses resultados demonstram a contribuição dessas moléculas específicas em relação ao potencial antioxidante, apesar da baixa correlação com as antocianinas totais. Além disso, a análise dos resultados das Tabelas 1 e 2, vale ressaltar que o GPF obtido com até 25% de 'Niagara Rosada' mantém altos níveis de antioxidantes. Recomenda-se misturas que contenham mais de 25% de 'Niagara Rosada' quando o objetivo é obter GPF rico em rutina e ácido cafeico.

2.3.2 Aminoácidos e aminas biogênicas em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes uvas

Os aminoácidos triptofano, 5-hidroxitriptofano e L-dopa foram detectados no GPF, bem como histamina, serotonina, tiramina, triptamina, dopamina, putrescina, cadaverina, espermidina e espermina (Tabela 3). Outros estudos já detectaram esses compostos em uvas e bebidas derivadas de uva (GOMEZ-GOMEZ et al., 2018; GOMEZ et al., 2020; RESTUCCIA et al., 2017), embora não em resíduos como GPF.

Todos os GPF apresentaram quantidades consideráveis de aminoácidos e aminas biogênicas ($94,0$ - $312,3$ mg kg⁻¹) e os que se destacaram foram 100B e 100V (Tabela 3). A farinha 'Bordo' (100B) apresentou os maiores níveis de triptofano ($208,7$ mg kg⁻¹), 5-hidroxitriptofano ($84,9$ mg kg⁻¹), histamina ($0,16$ mg kg⁻¹), tiramina ($0,44$ mg kg⁻¹) e espermidina ($0,89$ mg kg⁻¹), enquanto a farinha 'Violeta' (100V) contém os níveis

mais altos de L-dopa ($7,2 \text{ mg kg}^{-1}$), serotonina ($8,9 \text{ mg kg}^{-1}$), triptamina ($3,4 \text{ mg kg}^{-1}$), dopamina ($7,0 \text{ mg kg}^{-1}$), putrescina ($10,8 \text{ mg kg}^{-1}$) e espermina ($2,4 \text{ mg kg}^{-1}$). As farinhas de uvas 'Máximo' apresentam os níveis mais altos de cadaverina ($1,7 \text{ mg kg}^{-1}$), enquanto as farinhas de 'Niagara Rosada' (100N) apresentam os níveis mais baixos desses compostos (Tabela 3). Altas quantidades de putrescina e cadaverina são indesejáveis em produtos alimentícios, pois podem potencializar os efeitos da histamina e tiramina (DEL RIO et al., 2019). Além disso, eles estão associados a más condições sanitárias das uvas e seus derivados (PAPAGEORGIOU et al., 2018).

Altos níveis de triptofano e 5-hidroxitriptofano, como observado na farinha 100B, são interessantes em alimentos, uma vez que são precursores da serotonina e melatonina (PALEGO et al., 2016). De acordo com Strasser et al. (2016), recomenda-se que o consumo de L-triptofano pelos adultos seja de cerca de 5 mg kg^{-1} de peso corporal. As farinhas de 'Niagara Rosada' (100N) contêm $153,90 \text{ mg kg}^{-1}$ de L-triptofano, o que o torna uma boa opção para a ingestão desse aminoácido não proteico, mesmo que esta farinha apresente baixos níveis de compostos fenólicos ou outros compostos antioxidantes. Houve uma correlação forte e negativa entre os níveis de triptofano e a capacidade antioxidante medida via ABTS ($r = -0,72$) e FRAP ($r = -0,82$), demonstrando sua baixa relação com a eliminação de radicais livres. Vale ressaltar que a ingestão de triptofano induz aumentos nos níveis de serotonina no cérebro, pois esse aminoácido supera a barreira hematoencefálica (STRASSER; GOSTNER; FUCHS, 2016).

Por outro lado, a correlação de Pearson mostra boa correlação entre L-dopa e DPPH ($r = 0,53$), ABTS ($r = 0,67$) e FRAP ($r = 0,63$), demonstrando a possível ação desse aminoácido com a eliminação dos radicais livres. Níveis mais altos de L-dopa ocorrem na farinha 100V e misturas 75V e 50V. As farinhas produzidas apenas com 'Niagara Rosada' contêm os níveis mais baixos de 5-hidroxitriptofano e L-dopa. Assim, a inclusão da cultivar 'Niagara Rosada' nas misturas induz uma diminuição nos níveis desses aminoácidos em todas as amostras. A L-dopa atraiu atenção devido à sua ação contra a doença de Parkinson, pois esse aminoácido pode atravessar a barreira hematoencefálica e, nas células nervosas, formar dopamina após descarboxilação desse aminoácido (KANAZAWA; SAKAKIBARA, 2000).

Tabela 3 - Conteúdo de compostos nitrogenados (mg kg⁻¹ DW) em farinhas elaboradas com resíduos de diferentes combinações de uvas.

Composto	100N	100M	75M	50M	25M	100B	75B	50B	25B	100V	75V	50V	25V
<i>Aminoácidos</i>													
Triptofano	153,90 e*	59,13 k	102,17 h	106,09 g	115,40 f	208,73 a	205,37 b	185,73 c	172,99 d	62,37 j	92,98 i	102,77 h	118,32 e
5-hidroxitriptofano	12,07 j	22,24 h	18,69 i	13,54 j	12,90 j	84,89 a	78,38 c	27,05 g	13,37 j	82,97 b	66,58 d	48,65 e	32,88 f
L-dopa	0,16 i	0,39 h	0,20 i	0,20 i	0,18 i	2,65 d	2,64 d	1,11 f	0,41 g	7,17 a	5,34 b	3,63 c	1,22 e
<i>Monoaminas</i>													
Dopamina	0,96 j	3,35 f	2,73 g	2,54 h	1,32 i	4,91 c	3,99 e	2,52 h	1,36 i	7,00 a	6,08 b	4,18 d	2,81 g
Triptamina	0,97 k	1,72 g	1,59 h	1,35 j	1,33 j	2,43 e	2,41 e	2,21 f	1,46 i	3,42 a	3,14 b	3,04 c	2,84 d
Serotonina	0,35 m	1,80 h	1,05 j	0,89 k	0,62 l	3,65 d	2,61 e	2,16 g	1,69 i	8,92 a	7,10 b	5,70 c	2,32 f
Histamina	0,08 f	0,14 b	0,11 d	0,10 e	0,09 f	0,16 a	0,14 b	0,12 c	0,09 e	0,11 d	0,09 e	0,09 f	0,08 f
Tiramina	0,06 i	0,19 d	0,12 e	0,08 g	0,07 h	0,44 a	0,38 b	0,20 c	0,12 f	0,19 d	0,12 f	0,06 h	0,06 i
<i>Diaminas</i>													
Putrescina	0,15 m	1,28 d	0,77 g	0,51 j	0,24 l	1,02 e	0,85 f	0,74 h	0,40 k	10,79 a	7,47 b	1,68 c	0,65 i
Cadaverina	1,17 d	1,73 a	1,38 b	1,21 c	1,18 d	0,66 h	0,81 g	1,11 e	1,12 e	0,19 k	0,31 j	0,37 i	0,86 f
<i>Poliaminas</i>													
Espermidina	0,18 m	0,29 i	0,28 j	0,25 k	0,21 l	0,89 a	0,81 b	0,65 d	0,33 h	0,70 c	0,62 e	0,53 f	0,43 g
Espermina	0,60 h	1,71 d	1,43 e	1,21 f	0,66 h	1,84 c	1,63 d	1,38 e	0,86 g	2,41 a	2,20 b	1,85 c	1,82 c

Valores representam a média de três replicações. *Letras diferentes na mesma linha representam resultados estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Scott-Knott. (p < 0,05). Coeficiente de variação: 0,66 a 4,34%. 100N: 100% Niagara Rosada; 100M: 100% IAC 138-22 Máximo; 75M: 25% Niagara Rosada + 75% IAC 138-22 Máximo; 50M: 50% Niagara Rosada + 50% IAC 138-22 Máximo; 25M: 75% Niagara Rosada + 25% IAC 138-22 Máximo; 100B: 100% Bordo; 75B: 25% Niagara Rosada + 75% Bordo; 50B: 50% Niagara Rosada + 50% Bordo; 25B: 75% Niagara Rosada + 25% Bordo; 100V: 100% BRS Violeta; 75V: 25% Niagara Rosada + 75% BRS Violeta; 50V: 50% Niagara Rosada + 50% BRS Violeta; 25V: 75% Niagara Rosada + 25% BRS Violeta.

A serotonina é descrita por apresentar ação antioxidante em seres humanos (ISLAM et al., 2016). Em farinhas, também obtivemos boa correlação entre serotonina e capacidade antioxidante ($r = \text{DPPH: } 0,56; \text{ABTS: } 0,72 \text{ e FRAP: } 0,69$). Níveis mais altos de serotonina foram observados em farinhas contendo uvas 'Violeta' (100V, 75V e 50V) e os menores em 'Niagara Rosada' (100N). Resultados semelhantes podem ser observados com a triptamina (Tabela 3), um precursor da serotonina. O conteúdo de serotonina variou entre $0,35 \text{ mg kg}^{-1}$ (100N) e $9,92 \text{ mg kg}^{-1}$ (100V), enquanto os níveis de triptamina variaram entre $0,96 \text{ mg kg}^{-1}$ (100N) e $7,00 \text{ mg kg}^{-1}$ (100V). A análise de correlação de Pearson entre o GPF e os níveis de serotonina e triptamina mostrou uma forte correlação ($r = 0,89$). Essa correlação também é encontrada entre a serotonina e o 5-hidroxitriptofano ($r = 0,77$), outro precursor da serotonina (STRASSER et al., 2016).

A farinha obtida da uva 'Niagara Rosada' continha o menor nível de monoaminas (histamina, tiramina, serotonina, dopamina e triptamina) (Tabela 3). A histamina e a tiramina são aminas biogênicas que podem promover danos à saúde, dependendo dos níveis consumidos. As quantidades necessárias para induzir citotoxicidade são $440,6 \text{ mg kg}^{-1}$ de histamina e $301,8 \text{ mg kg}^{-1}$ de tiramina, demonstrando a maior toxicidade da tiramina (LINARES et al., 2016). Nenhuma das farinhas analisadas excede os limites estabelecidos, o que pode ser um efeito positivo relacionado à segurança dos alimentos.

Às vezes, putrescina e cadaverina são considerados marcadores de contaminação por microorganismos indesejáveis e um fator de toxicidade. Putrescina e cadaverina podem alterar a degradação da histamina no intestino, inibindo as enzimas desintoxicantes (diamina oxidase e histamina N-metiltransferase) (PAPAGEORGIOU et al., 2018). Tanto a putrescina quanto a cadaverina aumentam a absorção de histamina, pois facilitam a passagem para o intestino delgado e, consequentemente, aumentam os níveis de histamina. Os níveis mais altos de putrescina foram encontrados na farinha de 'Violeta' (100V - $10,79 \text{ mg kg}^{-1}$ e 75V - $7,47 \text{ mg kg}^{-1}$), enquanto a farinha de 'Niagara Rosada' apresenta os níveis mais baixos dessa diamina. A putrescina é considerada um fator de crescimento e precursor da espermidina e espermina, além de ser um marcador bioquímico de alguns tipos de estresse (TORO-FUNES et al., 2015). O aumento dos níveis de putrescina pode estar relacionado à sua baixa conversão nas poliaminas espermidina e espermina (KALAČ, 2014). No entanto, não foram observados níveis tóxicos de putrescina, o que pode ser

um marcador positivo de contaminação reduzida ou ausente por microrganismos. O menor nível de cadaverina foi encontrado no GPF 'Violeta'; enquanto que os níveis mais altos foram encontrados no GPF 100M, 75M e 50M. De acordo com os dados, os valores de ambas as diaminas (putrescina e cadaverina) estão abaixo dos níveis considerados tóxicos (2000 mg kg^{-1}) para consumo humano (PAPAGEORGIOU et al., 2018).

Os níveis de espermidina foram expressivos no GPF 'Bordo' (100B e 75B), enquanto os níveis mais altos de espermina são encontrados em 100V e 75V. A espermidina e a espermina são derivadas da putrescina e são constituintes importantes dos alimentos, pois atuam na eliminação de radicais livres e são reguladoras de vários processos celulares, como diferenciação e proliferação celular, divisão e morte, síntese de DNA e proteínas (PAPAGEORGIOU et al., 2018). A ingestão de alimentos ricos em espermidina e espermina é importante para manter o funcionamento dos órgãos vitais em idosos, pois os níveis tendem a diminuir com a idade (LARQUÉ; SABATER-MOLINA; ZAMORA, 2007). Por outro lado, a ingestão deve ser controlada em pessoas tratando o câncer ou com predisposição a neoplasias (CIPOLLA; HAVOUI; MOULINOX, 2010), uma vez que tanto a espermidina quanto a espermina estão relacionadas à divisão celular. Alguns estudos também sugerem que a espermidina e a espermina mostram um potente efeito antiglicante (formação de frutose-poliamina), alterando os níveis de açúcar nos diabéticos (hiperglicemia) (GUGLIUCCI; MENINI, 2003). O GPF resultante de diferentes misturas de uva pode ser consumido pela maioria das pessoas, porque algumas apresentam níveis mais altos de espermidina e espermina, enquanto outras apresentam níveis mais baixos, sendo um alimento versátil, dependendo da cultivar utilizada e da proporção de mistura. Nossos resultados demonstram a importância de conhecer os níveis dessas aminas, para que seu consumo não cause danos à saúde.

A farinha da 'Niagara Rosada', pura ou misturada com outras cultivares, pode ser uma fonte importante de compostos benéficos para a saúde. Apesar de conter baixos níveis de antocianinas, são fontes de compostos fenólicos com potencial antioxidante, como a rutina e o ácido cafeico. Além disso, esta farinha possui triptofano, um precursor da serotonina e melatonina e por conter baixos níveis de histamina e tiramina. Há pouca informação sobre o consumo de algumas substâncias bioativas, como o aumento da disponibilidade de triptofano no cérebro para a produção de serotonina (STRASSER et al., 2016). No entanto, a opção de consumir

uma farinha (subproduto) de 'Niagara Rosada' como uma maneira de aproveitar o excedente de produção, além de diminuir a geração de resíduos e o descarte de alimentos, pode ser uma opção interessante como fonte de compostos específicos, como o triptofano.

2.3.3 Análise de componentes principais (PCA) e de cluster (HCA)

Para estabelecer um modelo descritivo para agrupar o GPF com base nas atividades antioxidantes (DPPH, ABTS e FRAP), aminoácidos, perfil de aminas biogênicas e compostos fenólicos e fenóis totais, foram realizados PCA e HCA (Figuras 1, 2 e 3). Os resultados para capacidade antioxidante e perfil de compostos fenólicos mostram que PC1 e PC2 foram responsáveis por 84,15% da variação dos dados (Figura 1). Houve uma clara separação entre farinhas contendo os níveis mais altos de 'Niagara Rosada' (PC1-). Todas as farinhas de 'Máximo' e algumas farinhas de 'Bordo' (75B e 50B) estão agrupadas em PC1-. Nesse agrupamento, as farinhas apresentaram o maior teor de rutina e o menor nível de antocianina (Tabelas 1 e 2). O GPF da cultivar 'Máximo' apresentou o maior conteúdo de kaempferol e malvidina 3-O-glicosídeo (Tabela 1) e estão agrupados em PC2- (Figura 1).

A PCA de aminoácidos e aminas biogênicas (Figura 2) explicou 87,12% (PC1: 63,78% e PC2: 23,34%) e demonstra o agrupamento de farinhas com os mais altos níveis de 'Violeta' (100V, 75V e 50V) e 'Bordo' (100B e 75B) no PC1+. Essas farinhas contêm os níveis mais baixos de cadaverina (Tabela 3).

A análise hierárquica de agrupamentos usando similaridade (coeficiente de correlação de Pearson) (Figura 3) revela a separação de três grupos distintos (A', B' e C'), refletindo o que foi encontrado nas Tabelas 1, 2 e 3 e na Figura 1 e 2. O dendrograma produzido mostra a separação de um grupo com farinhas de 'Bordo' (25B, 50B, 75B e 100B) e 'Niagara Rosada' (100N) (A'). Essa separação pode ser atribuída aos níveis de triptofano ($153,9\text{--}208,7\text{ mg kg}^{-1}$) encontrados na farinha de 'Bordo' e 'Niagara Rosada', que se destaca em relação às demais farinhas. As farinhas de 'Violeta' (50V, 75V e 100V) foram agrupadas em B', que difere de outras farinhas, principalmente devido ao maior teor de alguns polifenóis, como cianidina 3-O-glicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, peonidina 3-O-glicosídeo e ácido trans-ferúlico, além de antocianinas totais, fenólicos totais, capacidade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) e compostos nitrogenados (L-dopa,

serotonina, triptamina, dopamina, putrescina e espermina). O grupo C', formado por farinha de 'Máximo' (25M, 50M, 75M e 100M) e 25% de 'Violeta' (25V), apresentou similaridade devido aos teores de rutina, antocianinas totais, fenólicos totais e dopamina.

A análise dos resultados das Tabelas e Figuras permite afirmar que, embora o bagaço de uva de 'Niagara Rosada' tenha alta disponibilidade, deve ser utilizado em pequenas quantidades, a fim de evitar baixos níveis de compostos antioxidantes nas farinhas elaboradas através da mistura. No entanto, apesar da baixa pigmentação, a farinha de 'Niagara Rosada' é uma fonte de rutina e ácido cafeico e contém baixos níveis de amins biogênicas alergênicas, histamina e tiramina. Nesse sentido, os resultados podem ser utilizados pela indústria de alimentos para a elaboração de suplementos alimentares ou, no futuro, na composição de alguns medicamentos fitoterápicos.

Figura 1 - Gráfico da análise de componentes principais (PCA) dos conteúdos de atividades antioxidantes, compostos fenólicos individuais e totais em farinhas subproduto de combinações de 'Niagara Rosada' com 'IAC 138-22 Máximo', 'Bordo' e 'BRS Violeta'.

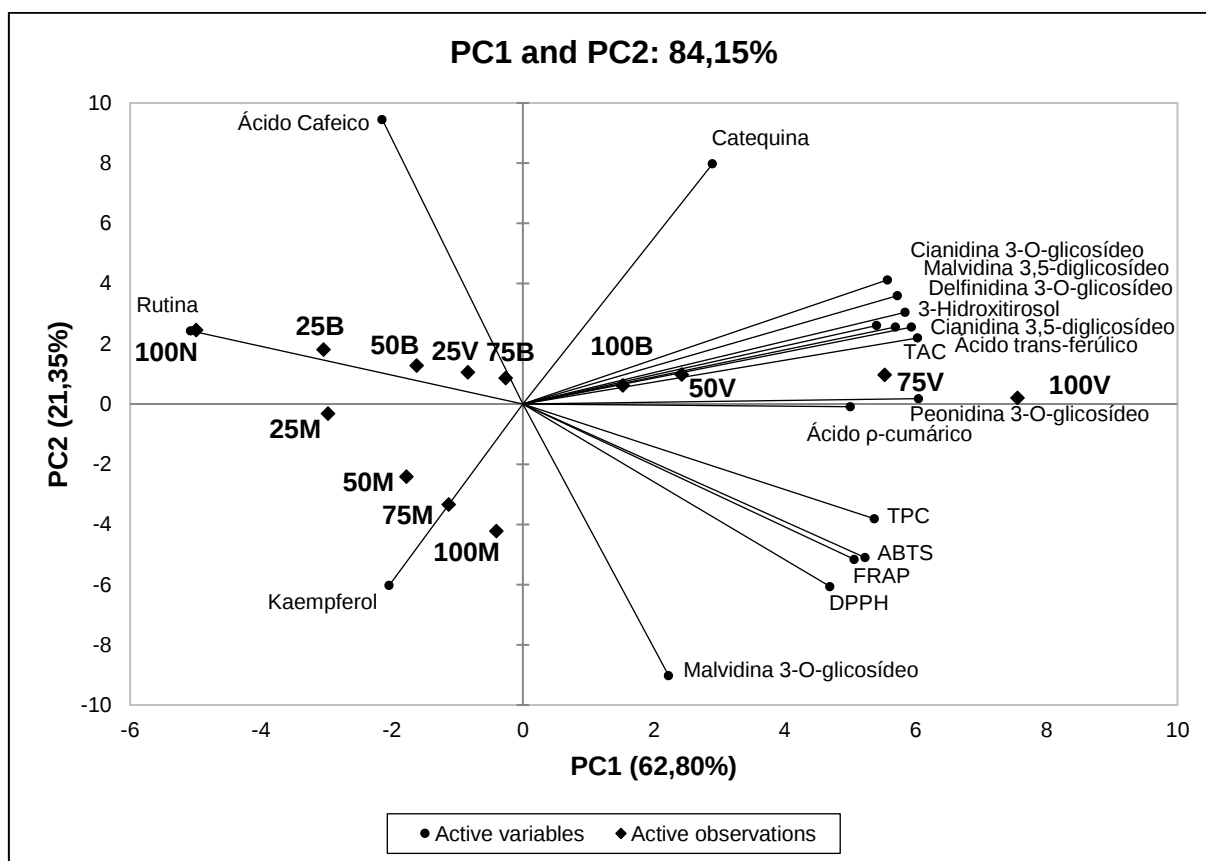
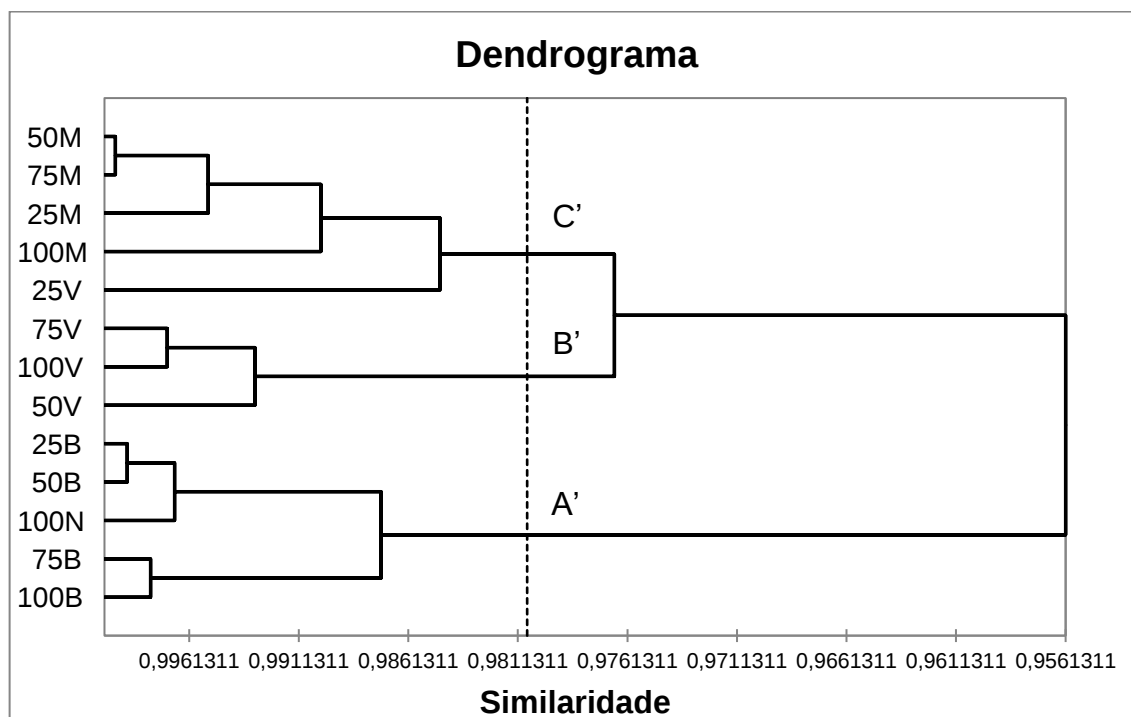


Figura 3 - Dendrograma da análise de agrupamentos das farinhas subprodutos de uva entre combinações de 'Niagara Rosada' com 'IAC 138-22 Máximo', 'Bordo' e 'BRS Violeta'



2.4 CONCLUSÕES

O perfil dos compostos fenólicos e alguns compostos nitrogenados, além da capacidade antioxidante analisada neste estudo, foi variável de acordo com as características genéticas de cada cultivar de uva e mistura utilizada para a obtenção da farinha. O GPF da uva 'Violeta' possui alto teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante. As farinhas de 'Bordo' e 'Violeta' têm potencial para suplementar aminas biogênicas. A presença de 'Niagara Rosada' não contribuiu para o conteúdo de polifenóis e aminas biogênicas e deve ser usada quando não for desejada pigmentação intensa. Misturas contendo 25% de 'Niagara Rosada' parecem ser ideais para obter GPF com baixos níveis de alergênicos e melhorar a suplementação de rutina e níveis de ácido cafeico, sem comprometer a capacidade antioxidante. As uvas vermelhas ('Máximo', 'Bordo' e 'Violeta') apresentam maior teor de antocianinas, tornando-as uma boa fonte de aditivos alimentares com boa capacidade antioxidante. Esses achados indicam que esses GPF são ricos em

compostos bioativos e sua produção pode ser usada como aditivo alimentar e reduzir o desperdício industrial.

REFERÊNCIAS

BENZIE, Iris FF; STRAIN, John J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BRAND-WILLIAMS, Wendy; CUVELIER, Marie-Elisabeth; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

CHIKWANHA, Obert C. et al. Varietal differences in nutrient, amino acid and mineral composition and in vitro rumen digestibility of grape (*Vitis vinifera*) pomace from the Cape Winelands vineyards in South Africa and impact of preservation techniques. **Industrial Crops and Products**, v. 118, p. 30-37, 2018.

CIPOLLA, Bernard G.; HAVOUI, René; MOULINOX, Jacques-Philippe. Polyamine reduced diet (PRD) nutrition therapy in hormone refractory prostate cancer patients. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 64, n. 5, p. 363-368, 2010.

CRUZ, Maria et al. Exploratory analysis of the sensory attributes of american grape juice blends. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 4, n. 2, p. 79, 2018.

DA SILVA, Marlon Jocimar Rodrigues et al. Grape juices produced from new hybrid varieties grown on Brazilian rootstocks—Bioactive compounds, organic acids and antioxidant capacity. **Food chemistry**, v. 289, p. 714-722, 2019.

DADÁKOVÁ, Eva; KŘÍŽEK, Martin; PELIKÁNOVÁ, Tamara. Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). **Food chemistry**, v. 116, n. 1, p. 365-370, 2009.

DEL RIO, Beatriz et al. The biogenic amines putrescine and cadaverine show in vitro cytotoxicity at concentrations that can be found in foods. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2019.

DIAMANTE, Marla Silvia et al. Bioactive Amines Screening in Four Genotypes of Thermally Processed Cauliflower. **Antioxidants**, v. 8, n. 8, p. 311, 2019.

DOS SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018., 2018.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GIUSTI, M. Mónica; WROLSTAD, Ronald E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. **Current protocols in food analytical chemistry**, n. 1, p. F1. 2.1-F1. 2.13, 2001.

GOMEZ-GOMEZ, Hector Alonzo et al. Phenolic Compounds and Polyamines in Grape-Derived Beverages. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 12, 2018.

GOMEZ, Hector Alonzo Gomez et al. Biogenic Amines and the Antioxidant Capacity of Juice and Wine from Brazilian Hybrid Grapevines. **Plant Foods for Human Nutrition**, p. 1-7, 2020.

GUGLIUCCI, A.; MENINI, T. The polyamines spermine and spermidine protect proteins from structural and functional damage by AGE precursors: a new role for old molecules?. **Life sciences**, v. 72, n. 23, p. 2603-2616, 2003.

ISLAM, Jahidul et al. Simultaneous analysis of serotonin, tryptophan and tryptamine levels in common fresh fruits and vegetables in Japan using fluorescence HPLC. **Food bioscience**, v. 13, p. 56-59, 2016.

KALAČ, Pavel. Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. **Food Chemistry**, v. 161, p. 27-39, 2014.

KANAZAWA, Kazuki; SAKAKIBARA, Hiroyuki. High content of dopamine, a strong antioxidant, in cavendish banana. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 48, n. 3, p. 844-848, 2000.

LAGO-VANZELA, Ellen Silva et al. Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of Bordô grape (*Vitis labrusca*) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 24, p. 13136-13146, 2011.

LARQUÉ, Elvira; SABATER-MOLINA, María; ZAMORA, Salvador. Biological significance of dietary polyamines. **Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 87-95, 2007.

LIMA, Giuseppina Pace Pereira et al. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International journal of food science & technology**, v. 43, n. 10, p. 1838-1843, 2008.

LINARES, Daniel M. et al. Comparative analysis of the in vitro cytotoxicity of the dietary biogenic amines tyramine and histamine. **Food chemistry**, v. 197, p. 658-663, 2016.

MONCALVO, Alessandro et al. Waste grape skins: Evaluation of safety aspects for the production of functional powders and extracts for the food sector. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 33, n. 7, p. 1116-1126, 2016.

NATIVIDADE, Mariana Mirelle Pereira et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665-674, 2013.

PALEGO, Lionella et al. Tryptophan biochemistry: structural, nutritional, metabolic, and medical aspects in humans. **Journal of amino acids**, v. 2016, 2016.

PAPAGEORGIOU, Myrsini et al. Literature update of analytical methods for biogenic amines determination in food and beverages. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 98, p. 128-142, 2018.

PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Brian L.; MCMAHON, Thomas A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences discussions**, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PEIXOTO, Carla M. et al. Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. **Food chemistry**, v. 253, p. 132-138, 2018.

RE, Roberta et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology and medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RESTUCCIA, Donatella et al. The impact of cultivar on polyphenol and biogenic amine profiles in Calabrian red grapes during winemaking. **Food research international**, v. 102, p. 303-312, 2017.

SÁNCHEZ-PÉREZ, Sònia et al. Biogenic Amines in Plant-Origin Foods: Are they Frequently Underestimated in Low-Histamine Diets?. **Foods**, v. 7, n. 12, p. 205, 2018.

SIES, Helmut; JONES, Dean P. Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, p. 1-21, 2020.

SINGLETON, Vernon L.; ROSSI, Joseph A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SPIGNO, Giorgia; MARINONI, Laura; GARRIDO, Guillermo D. State of the art in grape processing by-products. In: **Handbook of Grape Processing By-Products**. Academic Press, 2017. p. 1-27.

STRASSER, Barbara; GOSTNER, Johanna M.; FUCHS, Dietmar. Mood, food, and cognition: role of tryptophan and serotonin. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 19, n. 1, p. 55-61, 2016.

TAŞERI, Levent et al. Determination of drying kinetics and quality parameters of grape pomace dried with a heat pump dryer. **Food chemistry**, v. 260, p. 152-159, 2018.

TAVARES, Iasnaia Maria de Carvalho et al. BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21) grape juice powder produced by foam mat drying. Part I: Effect of drying temperature on phenolic compounds and antioxidant activity. **Food Chemistry**, p. 124971, 2019.

TORO-FUNES, Natalia. et al. Biologically active amines in fermented and non-fermented commercial soybean products from the Spanish market. **Food chemistry**, v. 173, p. 1119-1124, 2015.

WOJDYŁO, Aneta et al. Characterisation of (poly) phenolic constituents of two interspecific red hybrids of Rondo and Regent (*Vitis vinifera*) by LC–PDA–ESI-MS QTof. **Food chemistry**, v. 239, p. 94-101, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o mercado de suco em crescimento no mundo, principalmente pelos benefícios do consumo a saúde, estudos sobre a diversificação na elaboração cada vez vem a melhorar e adaptar aos mais diversos consumidores. Vinculado a isso, as pessoas buscam qualidade de vida e menor desperdício de alimentos, fato do estudo realizado.

A 'Niagara Rosada', atualmente é a principal cultivar consumida *in natura* cultivada no Estado de São Paulo e sua alta produção gera excedentes. Neste sentido, o aproveitamento da 'Niagara Rosada', por mais que neste estudo evidenciou que o apropriado de mistura sem perdas bioativas, funcionas e sensoriais seja até 50%, proporciona uma nova utilização adequada e não somente *in natura*. No entanto, não impede que seja utilizada individualmente, pois apresenta boas propriedades bioativas.

A adição de uvas vermelhas nas combinações de uvas proporciona a uva 'Niagara Rosada' melhores condições de absorção no mercado e isso deve ser levado em consideração no momento da fabricação pelas empresas. As uvas como IAC 138-22 Máximo', Bordo' e 'BRS Violeta' são aptas em misturas com a Niagara Rosada', entre outras cultivares que apresentam baixa coloração e que possivelmente possuem menores atividades antioxidantes.

O aproveitamento dos resíduos da fabricação de sucos (bagaço), é uma grande oportunidade para as empresas buscarem sustentabilidade e agregar valor à matéria prima. A busca por novos mercados, como de suplementação alimentar, está aliada a uma alimentação mais saudável e equilibrada pela população mundial. As empresas precisam buscar inovações e, subprodutos como a farinha são o rumo certo a evolução do mercado mundial, pois aliam, menor desperdício, economia e redução na contaminação ambiental.

REFERÊNCIAS

- AGUDELO-ROMERO, Patricia et al. Study of polyamines during grape ripening indicate an important role of polyamine catabolism. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 67, p. 105-119, 2013.
- BERES, Carolina et al. Antioxidant dietary fibre from grape pomace flour or extract: Does it make any difference on the nutritional and functional value?. **Journal of Functional Foods**, v. 56, p. 276-285, 2019.
- CASASSA, L. Federico; BOLCATO, Esteban A.; SARI, Santiago E. Chemical, chromatic, and sensory attributes of 6 red wines produced with prefermentative cold soak. **Food chemistry**, v. 174, p. 110-118, 2015.
- DA SILVA, Marlon Jocimar Rodrigues et al. Grape juices produced from new hybrid varieties grown on Brazilian rootstocks—Bioactive compounds, organic acids and antioxidant capacity. **Food chemistry**, v. 289, p. 714-722, 2019.
- DE MELLO, L. M. R. Panorama da produção de uvas no Brasil. **Embrapa Uva e Vinho-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, 2018.
- DE MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: panorama 2016. **Comunicado Técnico 199**, Bento Gonçalves, RS, n. 1808–6802, p. 1-7, outubro, 2017.
- EFSA PANEL ON BIOLOGICAL HAZARDS (BIOHAZ). Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. **Efsa Journal**, v. 9, n. 10, p. 2393, 2011.
- FAOSTAT - Food and Agriculture Association of the United Nations. **Statistical databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>> Acesso em: 02 nov. 2019.
- FORTES, Ana Margarida; AGUDELO-ROMERO, Patricia. Polyamine metabolism in climacteric and non-climacteric fruit ripening. In: **Polyamines**. Humana Press, New York, NY, 2018. p. 433-447.
- GARRIDO, Jorge; BORGES, Fernanda. Wine and grape polyphenols—A chemical perspective. **Food research international**, v. 54, n. 2, p. 1844-1858, 2013.
- GOMEZ-GOMEZ, Hector Alonzo et al. Phenolic Compounds and Polyamines in Grape-Derived Beverages. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 12, 2018.

GUGLIUCCI, A.; MENINI, T. The polyamines spermine and spermidine protect proteins from structural and functional damage by AGE precursors: a new role for old molecules?. **Life sciences**, v. 72, n. 23, p. 2603-2616, 2003.

IBRAVIN. **Pesquisa mapeia hábitos de consumo do suco de uva 100%**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/noticias/245.php>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Estatísticas da produção paulista**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ISLAM, Jahidul et al. Simultaneous analysis of serotonin, tryptophan and tryptamine levels in common fresh fruits and vegetables in Japan using fluorescence HPLC. **Food bioscience**, v. 13, p. 56-59, 2016.

KALAČ, Pavel. Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. **Food Chemistry**, v. 161, p. 27-39, 2014.

KAURINOVIC, Biljana; VASTAG, Djendji. Flavonoids and Phenolic Acids as Potential Natural Antioxidants. In: **Antioxidants**. IntechOpen, 2019.

KHOO, Hock Eng et al. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & nutrition research**, v. 61, n. 1, p. 1361779, 2017.

KIMOKOTI, Ruth W.; MILLEN, Barbara E. Nutrition for the prevention of chronic diseases. **Medical Clinics**, v. 100, n. 6, p. 1185-1198, 2016.

LAGO-VANZELA, Ellen Silva et al. Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of Bordô grape (*Vitis labrusca*) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 24, p. 13136-13146, 2011.

LARQUÉ, Elvira; SABATER-MOLINA, María; ZAMORA, Salvador. Biological significance of dietary polyamines. **Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 87-95, 2007.

LEAO, PC de S. et al. Avaliação agronômica de genótipos de uvas para processamento do Banco de Germoplasma de Videira da Embrapa Semiárido. **Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2012.

LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94–103, 2014.

MDIC - M. do D. Indústria e Comércio Exterior. **Comex Vis: Principais produtos exportados**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppe?ppe=3833>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

NATIVIDADE, Mariana Mirelle Pereira et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665-674, 2013.

ORDÓÑEZ, José Luis et al. Recent trends in the determination of biogenic amines in fermented beverages—A review. **Analytica chimica acta**, v. 939, p. 10-25, 2016.

PALEGO, Lionella et al. Tryptophan biochemistry: structural, nutritional, metabolic, and medical aspects in humans. **Journal of amino acids**, v. 2016, 2016.

PAPAGEORGIOU, Myrsini et al. Literature update of analytical methods for biogenic amines determination in food and beverages. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 98, p. 128-142, 2018.

PARK, Sangkyu et al. Tryptamine 5-hydroxylase-deficient Sekiguchi rice induces synthesis of 5-hydroxytryptophan and N-acetyltryptamine but decreases melatonin biosynthesis during senescence process of detached leaves. **Journal of Pineal Research**, v. 52, n. 2, p. 211-216, 2012.

PEIXOTO, Carla M. et al. Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. **Food chemistry**, v. 253, p. 132-138, 2018.

PEREIRA, Aline; MARASCHIN, Marcelo. Banana (*Musa spp*) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. **Journal of ethnopharmacology**, v. 160, p. 149-163, 2015.

SLATNAR, Ana et al. Game of Tones: sugars, organic acids, and phenolics in green and purple asparagus (*Asparagus officinalis* L.) cultivars. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 42, n. 1, p. 55-66, 2018.

SMERIGLIO, Antonella et al. Chemistry, pharmacology and health benefits of anthocyanins. **Phytotherapy Research**, v. 30, n. 8, p. 1265-1286, 2016.

STRASSER, Barbara; GOSTNER, Johanna M.; FUCHS, Dietmar. Mood, food, and cognition: role of tryptophan and serotonin. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 19, n. 1, p. 55-61, 2016.

TAŞERI, Levent et al. Determination of drying kinetics and quality parameters of grape pomace dried with a heat pump dryer. **Food chemistry**, v. 260, p. 152-159, 2018.

TAVARES, Iasnaia Maria de Carvalho et al. BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21) grape juice powder produced by foam mat drying. Part I: Effect of drying temperature on phenolic compounds and antioxidant activity. **Food Chemistry**, p. 124971, 2019.

TEN BRINK, Ben et al. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. **International journal of food microbiology**, v. 11, n. 1, p. 73-84, 1990.

THEOCHARIS, Andreas et al. Study of genetic diversity among inter-intraspecific hybrids and original grapevine varieties using AFLP molecular markers. **Australian journal of crop science**, v. 4, n. 1, p. 1, 2010.

TOALDO, Isabela Maia et al. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. **Food chemistry**, v. 173, p. 527-535, 2015.

TORO-FUNES, N. et al. Biologically active amines in fermented and non-fermented commercial soybean products from the Spanish market. **Food chemistry**, v. 173, p. 1119-1124, 2015.

WUDDINEH, Wegi; MINOCHA, Rakesh; MINOCHA, Subhash C. Polyamines in the context of metabolic networks. In: **Polyamines**. Humana Press, New York, NY, 2018. p. 1-23.

Apêndice A – Correlação do conteúdo de compostos fenólicos, atividade antioxidante, cor e sensorial das diferentes misturas de sucos de uva.

Variáveis	Hue	TAC	TPA	ABTS	FRAP	GA	3-H	Ctc	Ca	Cha	p-ca	Rt	Cy3,5-d	D3-O-g	Cy3-O-g	M3,5-d	P3-O-g	M3-O-g	C*	L*	a*	b*	Cor	Aroma	Sabor	Corpo	Gerall	ICV	ICC
Hue	1	-0,89	-0,96	-0,87	-0,82	0,47	0,50	-0,44	0,78	-0,86	-0,77	0,91	-0,71	-0,70	0,49	-0,78	-0,32	0,01	0,88	0,66	0,89	0,74	-0,69	0,12	0,31	-0,36	-0,09	-0,89	-0,05
Antocianinas totais (TAC)	-0,89	1	0,96	0,97	0,95	-0,64	-0,71	0,04	-0,90	0,79	0,79	-0,89	0,84	0,85	-0,47	0,75	0,37	0,11	-0,82	-0,63	-0,83	-0,71	0,65	-0,41	-0,55	0,18	-0,14	0,81	-0,20
Fenólicos totais (TPA)	-0,96	0,96	1	0,92	0,88	-0,59	-0,55	0,30	-0,83	0,87	0,82	-0,91	0,76	0,75	-0,53	0,83	0,40	0,10	-0,88	-0,64	-0,89	-0,73	0,69	-0,24	-0,41	0,30	-0,01	0,86	-0,05
ABTS	-0,87	0,97	0,92	1	0,97	-0,61	-0,80	-0,02	-0,87	0,75	0,78	-0,84	0,81	0,90	-0,39	0,70	0,31	0,06	-0,83	-0,65	-0,84	-0,73	0,68	-0,38	-0,47	0,28	-0,05	0,83	-0,14
FRAP	-0,82	0,95	0,88	0,97	1	-0,57	-0,85	-0,10	-0,88	0,72	0,71	-0,80	0,83	0,92	-0,32	0,63	0,24	0,02	-0,78	-0,59	-0,78	-0,67	0,61	-0,38	-0,54	0,19	-0,13	0,77	-0,21
Ácido gálico (GA)	0,47	-0,64	-0,59	-0,61	-0,57	1	0,45	0,04	0,68	-0,65	-0,82	0,63	-0,20	-0,31	0,80	-0,83	-0,87	-0,78	0,55	0,62	0,54	0,65	-0,77	0,31	0,12	-0,42	-0,14	-0,63	-0,09
3-Hidroxitiroso (3-H)	0,50	-0,71	-0,55	-0,80	-0,85	0,45	1	0,48	0,70	-0,47	-0,39	0,57	-0,69	-0,88	0,03	-0,30	-0,04	0,06	0,57	0,54	0,56	0,57	-0,43	0,48	0,49	-0,07	0,15	-0,54	0,28
Catequina (Ctc)	-0,44	0,04	0,30	-0,02	-0,10	0,04	0,48	1	0,05	0,43	0,30	-0,27	-0,17	-0,26	-0,38	0,43	0,23	0,03	-0,35	-0,18	-0,36	-0,24	0,33	0,58	0,43	0,49	0,50	0,36	0,58
Ácido cafeico (Ca)	0,78	-0,90	-0,83	-0,87	-0,88	0,68	0,70	0,05	1	-0,67	-0,77	0,85	-0,73	-0,71	0,56	-0,70	-0,48	-0,26	0,64	0,58	0,63	0,62	-0,63	0,41	0,54	-0,14	0,16	-0,74	0,21
Ácido clorogênico (Cha)	-0,86	0,79	0,87	0,75	0,72	-0,65	-0,47	0,43	-0,67	1	0,83	-0,86	0,41	0,53	-0,65	0,90	0,55	0,32	-0,86	-0,70	-0,86	-0,78	0,76	-0,16	-0,20	0,43	0,16	0,83	0,12
Ácido p-cumárico (p-ca)	-0,77	0,79	0,82	0,78	0,71	-0,82	-0,39	0,30	-0,77	0,83	1	-0,79	0,36	0,46	-0,83	0,95	0,78	0,56	-0,74	-0,65	-0,74	-0,71	0,83	-0,22	-0,18	0,50	0,17	0,83	0,13
Rutina (Rt)	0,91	-0,89	-0,91	-0,84	-0,80	0,63	0,57	-0,27	0,85	-0,86	-0,79	1	-0,63	-0,66	0,64	-0,84	-0,50	-0,22	0,85	0,82	0,85	0,85	-0,75	0,31	0,42	-0,31	0,00	-0,89	0,03
Cianidina 3,5-diglicosídeo (Cy3,5-d)	-0,71	0,84	0,76	0,81	0,83	-0,20	-0,69	-0,17	-0,73	0,41	0,36	-0,63	1	0,90	0,03	0,29	-0,15	-0,38	-0,56	-0,30	-0,57	-0,38	0,22	-0,41	-0,69	-0,18	-0,38	0,50	-0,43
Delfinidina 3-O-glicosídeo (D3-O-g)	-0,70	0,85	0,75	0,90	0,92	-0,31	-0,88	-0,26	-0,71	0,53	0,46	-0,66	0,90	1	0,01	0,36	-0,08	-0,28	-0,70	-0,50	-0,71	-0,57	0,41	-0,42	-0,59	0,04	-0,21	0,63	-0,31
Cianidina 3-O-glicosídeo (Cy3-O-g)	0,49	-0,47	-0,53	-0,39	-0,32	0,80	0,03	-0,38	0,56	-0,65	-0,83	0,64	0,03	0,01	1	-0,88	-0,94	-0,83	0,43	0,53	0,42	0,53	-0,68	0,16	0,06	-0,40	-0,13	-0,57	-0,16
Malvidina 3,5-diglicosídeo (M3,5-d)	-0,78	0,75	0,83	0,70	0,63	-0,83	-0,30	0,43	-0,70	0,90	0,95	-0,84	0,29	0,36	-0,88	1	0,81	0,60	-0,77	-0,70	-0,77	-0,76	0,84	-0,16	-0,13	0,52	0,20	0,83	0,19
Peonidina 3-O-glicosídeo (P3-O-g)	-0,32	0,37	0,40	0,31	0,24	-0,87	-0,04	0,23	-0,48	0,55	0,78	-0,50	-0,15	-0,08	-0,94	0,81	1	0,93	-0,36	-0,52	-0,35	-0,52	0,70	-0,14	0,07	0,46	0,23	0,51	0,24
Malvidina 3-O-glicosídeo (M3-O-g)	0,01	0,11	0,10	0,06	0,02	-0,78	0,06	0,03	-0,26	0,32	0,56	-0,22	-0,38	-0,28	-0,83	0,60	0,93	1	-0,07	-0,30	-0,06	-0,27	0,47	-0,19	0,11	0,31	0,14	0,21	0,15
C*	0,88	-0,82	-0,88	-0,83	-0,78	0,55	0,57	-0,35	0,64	-0,86	-0,74	0,85	-0,56	-0,70	0,43	-0,77	-0,36	-0,07	1	0,84	1,00	0,92	-0,85	0,01	0,13	-0,59	-0,33	-0,94	-0,27
L*	0,66	-0,63	-0,64	-0,65	-0,59	0,62	0,54	-0,18	0,58	-0,70	-0,65	0,82	-0,30	-0,50	0,53	-0,70	-0,52	-0,30	0,84	1	0,82	0,98	-0,87	0,09	0,06	-0,60	-0,37	-0,88	-0,32
a*	0,89	-0,83	-0,89	-0,84	-0,78	0,54	0,56	-0,36	0,63	-0,86	-0,74	0,85	-0,57	-0,71	0,42	-0,77	-0,35	-0,06	1,00	0,82	1	0,90	-0,84	0,01	0,13	-0,59	-0,33	-0,94	-0,26
b*	0,74	-0,71	-0,73	-0,73	-0,67	0,65	0,57	-0,24	0,62	-0,78	-0,71	0,85	-0,38	-0,57	0,53	-0,76	-0,52	-0,27	0,92	0,98	0,90	1	-0,91	0,07	0,06	-0,63	-0,39	-0,93	-0,33
Cor	-0,69	0,65	0,69	0,68	0,61	-0,77	-0,43	0,33	-0,63	0,76	0,83	-0,75	0,22	0,41	-0,68	0,84	0,70	0,47	-0,85	-0,87	-0,84	-0,91	1	0,12	0,15	0,82	0,57	0,92	0,52
Aroma	0,12	-0,41	-0,24	-0,38	-0,38	0,31	0,48	0,58	0,41	-0,16	-0,22	0,31	-0,41	-0,42	0,16	-0,16	-0,14	-0,19	0,01	0,09	0,01	0,07	0,12	1	0,82	0,57	0,77	0,00	0,85
Sabor	0,31	-0,55	-0,41	-0,47	-0,54	0,12	0,49	0,43	0,54	-0,20	-0,18	0,42	-0,69	-0,59	0,06	-0,13	0,07	0,11	0,13	0,06	0,13	0,06	0,15	0,82	1	0,66	0,87	-0,07	0,89
Corpo	-0,36	0,18	0,30	0,28	0,19	-0,42	-0,07	0,49	-0,14	0,43	0,50	-0,31	-0,18	0,04	-0,40	0,52	0,46	0,31	-0,59	-0,60	-0,59	-0,63	0,82	0,57	0,66	1	0,92	0,66	0,88
Geral	-0,09	-0,14	-0,01	-0,05	-0,13	-0,14	0,15	0,50	0,16	0,16	0,17	0,00	-0,38	-0,21	-0,13	0,20	0,23	0,14	-0,33	-0,37	-0,33	-0,39	0,57	0,77	0,87	0,92	1	0,38	0,98
ICV	-0,89	0,81	0,86	0,83	0,77	-0,63	-0,54	0,36	-0,74	0,83	0,83	-0,89	0,50	0,63	-0,57	0,83	0,51	0,21	-0,94	-0,88	-0,94	-0,93	0,92	0,00	-0,07	0,66	0,38	1	0,33
ICC	-0,05	-0,20	-0,05	-0,14	-0,21	-0,09	0,28	0,58	0,21	0,12	0,13	0,03	-0,43	-0,31	-0,16	0,19	0,24	0,15	-0,27	-0,32	-0,26	-0,33	0,52	0,85	0,89	0,88	0,98	0,33	1

Apêndice B – Correlação do conteúdo de compostos nitrogenados e atividade antioxidante das diferentes misturas de sucos de uva.

Variáveis	5-h	Trp	Ser	Trpt	Put	Cad	His	Tir	Spd	L-d	Dop	Spm	ABTS	FRAP
5-hidroxitriptofano (5-h)	1	0,677	0,764	0,706	0,824	0,014	0,530	0,367	0,846	0,763	0,150	0,354	0,867	0,804
Triptofano (Trp)	0,677	1	0,873	0,260	0,750	0,421	0,829	0,464	0,743	0,417	0,253	0,358	0,506	0,361
Serotonina (Ser)	0,764	0,873	1	0,492	0,954	0,387	0,861	0,602	0,909	0,644	0,321	0,495	0,726	0,631
Triptamina (Trpt)	0,706	0,260	0,492	1	0,677	-0,279	0,097	0,089	0,715	0,910	-0,047	0,176	0,883	0,920
Putrescina (Put)	0,824	0,750	0,954	0,677	1	0,326	0,710	0,634	0,915	0,743	0,383	0,588	0,831	0,793
Cadaverina (Cad)	0,014	0,421	0,387	-0,279	0,326	1	0,379	0,841	0,003	-0,353	0,875	0,806	0,035	-0,061
Histamina (His)	0,530	0,829	0,861	0,097	0,710	0,379	1	0,475	0,747	0,398	0,158	0,277	0,366	0,271
Tiramina (Tir)	0,367	0,464	0,602	0,089	0,634	0,841	0,475	1	0,322	0,029	0,901	0,944	0,420	0,361
Espermidina (Spd)	0,846	0,743	0,909	0,715	0,915	0,003	0,747	0,322	1	0,882	-0,001	0,229	0,784	0,757
L-dopa (L-d)	0,763	0,417	0,644	0,910	0,743	-0,353	0,398	0,029	0,882	1	-0,223	0,026	0,846	0,862
Dopamina (Dop)	0,150	0,253	0,321	-0,047	0,383	0,875	0,158	0,901	-0,001	-0,223	1	0,961	0,268	0,187
Espermina (Spm)	0,354	0,358	0,495	0,176	0,588	0,806	0,277	0,944	0,229	0,026	0,961	1	0,472	0,412
ABTS	0,867	0,506	0,726	0,883	0,861	0,035	0,366	0,420	0,814	0,846	0,268	0,472	1	0,962
FRAP	0,804	0,361	0,631	0,920	0,803	-0,061	0,271	0,361	0,777	0,862	0,187	0,412	0,962	1

Apêndice C – Correlação do conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante das diferentes misturas de farinhas de uva.

Variáveis	TPA	TAC	FRAP	DPPH	ABTS	3-H	Ctc	Ca	p-ca	T-fa	Kpf	Rt	Cy3,5-d	D3-O-g	Cy3-O-g	M3,5-d	P3-O-g	M3-O-g
Fenólicos totais (TPA)	1	0,708	0,976	0,811	0,947	0,626	-0,037	-0,615	0,496	0,625	-0,346	-0,612	0,817	0,800	0,683	0,496	0,901	0,502
Antocianinas totais (TAC)	0,708	1	0,632	0,589	0,693	0,944	0,642	-0,154	0,851	0,978	-0,314	-0,785	0,877	0,936	0,904	0,934	0,899	0,172
FRAP	0,976	0,632	1	0,877	0,934	0,557	-0,126	-0,669	0,465	0,561	-0,231	-0,623	0,721	0,708	0,578	0,438	0,835	0,629
DPPH	0,811	0,589	0,877	1	0,820	0,543	-0,057	-0,656	0,563	0,557	0,079	-0,744	0,518	0,550	0,416	0,515	0,691	0,790
ABTS	0,947	0,693	0,934	0,820	1	0,547	-0,047	-0,726	0,588	0,603	-0,118	-0,678	0,703	0,719	0,593	0,531	0,832	0,624
3-Hidroxitiroso (3-H)	0,626	0,944	0,557	0,543	0,547	1	0,705	0,010	0,725	0,954	-0,431	-0,721	0,874	0,912	0,911	0,909	0,865	0,079
Catequina (Ctc)	-0,037	0,642	-0,126	-0,057	-0,047	0,705	1	0,499	0,579	0,724	-0,232	-0,408	0,436	0,521	0,635	0,775	0,345	-0,323
Ácido cafeico (Ca)	-0,615	-0,154	-0,669	-0,656	-0,726	0,010	0,499	1	-0,318	-0,039	-0,371	0,505	-0,115	-0,122	0,001	-0,072	-0,317	-0,783
Ácido p-cumárico (p-ca)	0,496	0,851	0,465	0,563	0,588	0,725	0,579	-0,318	1	0,838	0,144	-0,852	0,552	0,660	0,623	0,892	0,653	0,368
Ácido trans-ferúlico (T-fa)	0,625	0,978	0,561	0,557	0,603	0,954	0,724	-0,039	0,838	1	-0,325	-0,746	0,847	0,916	0,891	0,947	0,862	0,158
Kaempferol (Kpf)	-0,346	-0,314	-0,231	0,079	-0,118	-0,431	-0,232	-0,371	0,144	-0,325	1	-0,191	-0,682	-0,587	-0,626	-0,096	-0,498	0,502
Rutina (Rt)	-0,612	-0,785	-0,623	-0,744	-0,678	-0,721	-0,408	0,505	-0,852	-0,746	-0,191	1	-0,525	-0,605	-0,583	-0,807	-0,642	-0,514
Cianidina 3,5 diglicosídeo (Cy3,5-d)	0,817	0,877	0,721	0,518	0,703	0,874	0,436	-0,115	0,552	0,847	-0,682	-0,525	1	0,986	0,953	0,695	0,961	0,039
Delphinidina 3-O-glicosídeo (D3-O-g)	0,800	0,936	0,708	0,550	0,719	0,912	0,521	-0,122	0,660	0,916	-0,587	-0,605	0,986	1	0,963	0,791	0,968	0,093
Cianidina 3-O-glicosídeo (Cy3-O-g)	0,683	0,904	0,578	0,416	0,593	0,911	0,635	0,001	0,623	0,891	-0,626	-0,583	0,953	0,963	1	0,782	0,887	-0,052
Malvidina 3,5 diglicosídeo (M3,5-d)	0,496	0,934	0,438	0,515	0,531	0,909	0,775	-0,072	0,892	0,947	-0,096	-0,807	0,695	0,791	0,782	1	0,747	0,219
Peonidina 3-O-glicosídeo (P3-O-g)	0,901	0,899	0,835	0,691	0,832	0,865	0,345	-0,317	0,653	0,862	-0,498	-0,642	0,961	0,968	0,887	0,747	1	0,292
Malvidina 3-O-glicosídeo (M3-O-g)	0,502	0,172	0,629	0,790	0,624	0,079	-0,323	-0,783	0,368	0,158	0,502	-0,514	0,039	0,093	-0,052	0,219	0,292	1

Apêndice D – Correlação do conteúdo de compostos nitrogenados e atividade antioxidante das diferentes misturas de farinhas de uva.

Variáveis	FRAP	DPPH	ABTS	5-h	Trp	Ser	Trpt	Put	Cad	His	Tir	Spd	L-d	Dop	Spm
FRAP	1	0,877	0,934	0,362	-0,816	0,693	0,604	0,722	-0,390	0,028	-0,135	0,144	0,629	0,728	0,743
DPPH	0,877	1	0,820	0,507	-0,564	0,563	0,602	0,523	-0,334	0,320	0,188	0,342	0,532	0,742	0,787
ABTS	0,934	0,820	1	0,440	-0,723	0,722	0,533	0,765	-0,394	0,174	0,015	0,212	0,672	0,783	0,724
5-hidroxitriptofano (5-h)	0,362	0,507	0,440	1	0,156	0,768	0,791	0,603	-0,776	0,511	0,686	0,916	0,835	0,875	0,773
Triptofano (Trp)	-0,816	-0,564	-0,723	0,156	1	-0,332	-0,186	-0,493	0,009	0,314	0,574	0,411	-0,246	-0,283	-0,334
Serotonina (Ser)	0,693	0,563	0,722	0,768	-0,332	1	0,893	0,897	-0,872	0,082	0,154	0,626	0,981	0,917	0,835
Triptamina (Trpt)	0,604	0,602	0,533	0,791	-0,186	0,893	1	0,694	-0,839	0,142	0,230	0,736	0,876	0,859	0,905
Putrescina (Put)	0,722	0,523	0,765	0,603	-0,493	0,897	0,694	1	-0,692	0,007	0,029	0,407	0,902	0,834	0,708
Cadaverina (Cad)	-0,390	-0,334	-0,394	-0,776	0,009	-0,872	-0,839	-0,692	1	0,093	-0,150	-0,670	-0,897	-0,750	-0,643
Histamina (His)	0,028	0,320	0,174	0,511	0,314	0,082	0,142	0,007	0,093	1	0,905	0,607	0,119	0,373	0,355
Tiramina (Tir)	-0,135	0,188	0,015	0,686	0,574	0,154	0,230	0,029	-0,150	0,905	1	0,784	0,235	0,408	0,331
Espermidina (Spd)	0,144	0,342	0,212	0,916	0,411	0,626	0,736	0,407	-0,670	0,607	0,784	1	0,682	0,731	0,677
L-dopa (L-d)	0,629	0,532	0,672	0,835	-0,246	0,981	0,876	0,902	-0,897	0,119	0,235	0,682	1	0,924	0,809
Dopamina (Dop)	0,728	0,742	0,783	0,875	-0,283	0,917	0,859	0,834	-0,750	0,373	0,408	0,731	0,924	1	0,929
Espermina (Spm)	0,743	0,787	0,724	0,773	-0,334	0,835	0,905	0,708	-0,643	0,355	0,331	0,677	0,809	0,929	1