



MARIANA MIRELLE PEREIRA NATIVIDADE

**POTENCIAL DE SUCOS INTEGRAIS DE UVAS
PRODUZIDAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO,
BRASIL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E
AVALIAÇÃO SENSORIAL**

LAVRAS – MG

2014

MARIANA MIRELLE PEREIRA NATIVIDADE

**POTENCIAL DE SUCOS INTEGRAIS DE UVAS PRODUZIDAS NO
VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E AVALIAÇÃO SENSORIAL**

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

Orientador

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

Co-orientadores

Dr. Giuliano Elias Pereira

Dra. Scheilla Vitorino Carvalho de Souza

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Natividade, Mariana Mirelle Pereira.

Potencial de sucos integrais de uvas produzidas no Vale do São Francisco, Brasil: caracterização físico-química, atividade antioxidante e avaliação sensorial / Mariana Mirelle Pereira Natividade. – Lavras : UFLA, 2014.

163 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Bibliografia.

1. Suco de uva - Compostos bioativos. 2. Suco de uva –
Atividade antioxidante. 3. Validação de método. 4. Suco de uva –
Qualidade sensorial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 663.63

MARIANA MIRELLE PEREIRA NATIVIDADE

**POTENCIAL DE SUCOS INTEGRAIS DE UVAS PRODUZIDAS NO
VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E AVALIAÇÃO SENSORIAL**

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

APROVADA em 21 de fevereiro de 2014.

Dra. Angelita Duarte Corrêa	UFLA
Dr. João de Deus Souza Carneiro	UFLA
Dra. Renata Adriana Labanca	UFMG
Dra. Scheilla Vitorino Carvalho de Souza	UFMG

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

Orientador

LAVRAS – MG

2014

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas graças derramadas, pelas inspirações, pela saúde, por tantos anjos colocados em meu caminho e pelo dom do recomeço.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela porta aberta.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa de estudos.

Às instituições parceiras: Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (PPGCA) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido).

Ao professor Luiz Carlos de Oliveira Lima, pela orientação, confiança, compreensão, autonomia, torcida, participação nas conquistas alcançadas, conselhos preciosos e por ter incentivado e apoiado incondicionalmente a busca de novos e belos horizontes.

À Scheilla Vitorino, minha diretriz, pelo acolhimento, conhecimentos, direções profissionais e, sobretudo, pelas lições de vida partilhadas.

À Renata Labanca, pela ternura, acolhida, confiança e pela oportunidade de andar por novos caminhos.

Ao Giuliano Elias Pereira, por toda assistência e disponibilidade, abrindo prontamente as portas da Embrapa e da vitivinicultura tropical brasileira, essência desse trabalho.

À Aline Biasoto, pela importantíssima orientação nos testes sensoriais e por compartilhar de forma tão generosa seus conhecimentos enológicos.

Aos professores da Faculdade de Farmácia da UFMG, especialmente ao professor Roberto Junqueira, professora Raquel Linhares e professora Inayara Lacerda.

A tantos amigos e companheiros, que conheci, reconheci e reencontrei durante a execução desse trabalho! Queridos amigos da UFMG: Ronália, Ázula, Geraldina, Marina Ferrara, Ana Luíza, Carina, Anne, Otávio, Nátalie, Aline, Cíntia Tarabal, Fernanda Firmino, Adelaide, Edna e Marcão. Queridos amigos da Embrapa e do Vale do São Francisco: Cláudio, Dona Cici, Farah, Flávio, Juliane, Antero, Luís e todos os participantes dos testes sensoriais.

Aos membros da banca de defesa que gentilmente aceitaram o convite para avaliar e contribuir com esse trabalho: professora Angelita, professor João de Deus, Renata e Scheilla. À Elisângela Elena e Heloísa Siqueira, por terem aceitado o convite para membros suplentes.

À Rita de Cássia, pela ajuda inestimável nas etapas finais e por toda luz!

À Lucilene, pela solicitude e ajuda nos trâmites acadêmicos.

Aos meus pais, pelo amor sem medidas e por todos os valores que me fizeram gente. À minha querida irmã Manuelle, pela força e fé compartilhadas. À Nathália, amiga fiel, pela doação cotidiana incondicional.

RESUMO

O Vale do São Francisco (VSF), a segunda maior região vinícola do Brasil, tem investido na seleção de uvas para elaboração de sucos integrais. O objetivo desse trabalho foi avaliar a composição físico-química, atividade antioxidante, perfil e aceitação sensorial de seis sucos integrais elaborados com uvas *Vitis labrusca* (Isabel Precoce), *Vitis vinifera* (Alicante Bouschet, Tempranillo, Syrah) e híbridas (BRS Cora e BRS Violeta) cultivadas no VSF. Todos os parâmetros físico-químicos foram analisados por metodologias normalizadas. Como o método de Folin-Ciocalteu não é validado para suco de uva, foi feita a validação desse método. A linearidade foi demonstrada entre 1,20 e 6,0 g L⁻¹ de fenólicos em suco de uva e efeito de matriz não foi observado. A recuperação média variou de 85% a 87%. Os limites de detecção e quantificação teóricos foram 0,65 e 0,71 g L⁻¹, respectivamente. Precisão em condições de repetibilidade e reprodutibilidade foram confirmadas. Os parâmetros físico-químicos variaram em função da cultivar de uva, sendo observada a seguinte composição: densidade (1,064 a 1,090), sólidos em suspensão (0,36 a 4,82%), sólidos solúveis (15,59 a 21,64 °Brix), pH (3,47 a 3,89), acidez total (0,64 a 1,47 g 100 mL⁻¹), relação SST/AT (10,67 a 34,03), acidez volátil (0,017 a 0,024 g 100 mL⁻¹), álcool etílico (0,0 a 0,35 % v v⁻¹), açúcares totais (16,75 a 21,85 g 100 mL⁻¹), glicose e frutose (5,17 a 10,69 g 100 mL⁻¹) e sacarose (0,0 a 0,11 g 100 mL⁻¹). Os ácidos tartárico e málico foram predominantes (348,78 e 443,43 g 100 mL⁻¹, respectivamente). O suco BRS Cora exibiu o maior teor de fenólicos totais (4,21 g L⁻¹) e o suco BRS Violeta o maior teor de antocianinas (1530,54 mg L⁻¹). Os sucos apresentaram elevada atividade antioxidante. O perfil sensorial de sucos de uva foi gerado por um painel de nove julgadores treinados, usando a Análise Descritiva Quantitativa. A aceitação global das amostras foi avaliada por 120 consumidores. Os sucos Isabel Precoce e BRS Cora apresentaram perfil sensorial similar, descrito pela alta intensidade de aroma e sabor foxado e de frutas vermelhas, sendo as amostras mais aceitas pelos consumidores e com maior intenção de compra. Os sucos de uvas *Vitis vinifera* foram semelhantemente definidos pelo sabor e aromas de rapadura e seco/chá. O suco BRS Violeta mostrou o perfil sensorial mais distinto, descrito por atributos de menor aceitação. O suco BRS Cora destacou-se dentre as amostras avaliadas, apresentando o maior teor de compostos fenólicos, alta atividade antioxidante e boa aceitação pelos consumidores.

Palavras chave: Sucos de uva. Validação de método. Composição físico-química. Compostos bioativos. Perfil sensorial.

ABSTRACT

The São Francisco Valley (SFV), the largest second winegrowing region of the Brazil, has been investing in the selection of grapes to elaborate whole juices. The aim of this work was to evaluate the physico-chemical composition, antioxidant activity, profile and acceptance sensory of six grape juices produced from grapes *Vitis labrusca* (Isabel Precoce), *Vitis vinifera* (Alicante Bouschet, Tempranillo, Syrah) and hybrids (BRS BRS Cora and Violet) cultivated in the SFV. All physico-chemical parameters were analyzed by standardized methods. As the Folin-Ciocalteu method is not validated for grape juice, this method was validated. Linearity was demonstrated between 1.20 to 6.00 g L⁻¹ of phenolics in juice and no significant matrix effects were observed in this range. Mean recoveries ranged from 85% to 87%. The theoretical limits of detection and quantification were 0.65 and 0.71 g L⁻¹, respectively. Precision under repeatability and intermediate precision conditions was confirmed. The physico-chemical parameters varied according to grape cultivar and the following composition was observed: density (1.064 to 1.090), suspended solids (0.36 to 4.82%), soluble solids (15.59 to 21.64 °Brix), pH (3.47 to 3.89), total acidity (0.64 to 1.47 g 100 mL⁻¹), TSS/TA ratio (10.67 to 34.03), volatile acidity (0.017 to 0.024 g 100 mL⁻¹), ethanol (0.0 to 0.35 % v v⁻¹), total sugars (16.75 to 21.85 g 100 mL⁻¹), glucose and fructose (5.17 to 10.69 g 100 mL⁻¹) and sucrose (0.0 to 0.11 g 100 mL⁻¹). Tartaric and malic acids were predominant (348.78 and 443.43 g 100 mL⁻¹, respectively). The BRS Cora juice exhibited the highest total phenolics content (4.21 g L⁻¹) and the juice BRS Violeta presented the highest content of anthocyanins (1530.54 mg L⁻¹). Juices showed high *in vitro* antioxidant activity. The sensory profile of grape juices were generated by a panel of nine trained judges, employing Quantitative Descriptive Analysis. The overall acceptance of the samples was evaluated by 120 consumers. The Isabel Precoce and BRS Cora juices presented similar sensory profile, due to their highest intensity of fox and red fruit aroma and flavor. These juices were the most accepted samples and greatest purchase intention. The *Vitis vinifera* grape juices were similarly characterized by molasses (“rapadura”) and dry/tea aromas and flavors. BRS Violeta juice showed the most distinct sensory profile, described by attributes lower acceptance. BRS Cora juice was highlighted among the evaluated samples, showed the highest phenolic compounds content, high antioxidant activity and good acceptance by consumers.

Key words: Grape juices. Physico-chemical composition. Functional compounds. Sensory profile. Method validation.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Consumo e produção de suco de uva no contexto nacional	14
2.2	Produção de suco de uva no Vale do São Francisco (VSF)	15
2.3	Variedades de uva para produção de sucos	17
2.4	Constituintes químicos do suco de uva	20
2.4.1	Padrões de Identidade e Qualidade de sucos de uva	24
2.5	Compostos fenólicos em sucos de uva	25
2.5.1	Métodos para determinação de compostos fenólicos	31
2.6	Radicais livres e defesas antioxidantes	35
2.6.1	Formação de radicais livres	35
2.6.2	Estresse oxidativo e lipoperoxidação	37
2.6.3	Mecanismos antioxidantes endógenos e exógenos	38
2.7	Potencial funcional do suco de uva	41
2.7.1	Suco de uva: um alimento funcional?	41
2.7.2	Efeitos benéficos associados ao consumo de suco de uva	44
2.8	Qualidade do suco de uva e análise sensorial	48
3	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	52
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	
	ARTIGO 1 Validação do clássico método Folin-Ciocalteu para determinação de compostos fenólicos em suco de uva	73
1	INTRODUÇÃO	76
2	MATERIAL E MÉTODOS	80
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
4	CONCLUSÃO	95
	AGRADECIMENTOS	96
	REFERÊNCIAS	96
	ARTIGO 2 Caracterização físico-química de sucos integrais elaborados com uvas labruscas, híbridas e viníferas cultivadas no Vale do São Francisco, Brasil	101
1	INTRODUÇÃO	104
2	MATERIAL E MÉTODOS	106

3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	112
4	CONCLUSÃO	124
	AGRADECIMENTOS	125
	REFERÊNCIAS	125
	ARTIGO 3 Perfil sensorial e aceitação por consumidores de sucos de uvas tropicais produzidos no Vale do São Francisco, Brasil	133
1	INTRODUÇÃO	136
2	MATERIAL E MÉTODOS	138
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	146
4	CONCLUSÃO	158
	AGRADECIMENTOS	159
	REFERÊNCIAS	159

PRIMEIRA PARTE
INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas observa-se um incentivo crescente, vindo da comunidade acadêmica e de órgãos ligados à saúde e alimentação, ao aumento do consumo de produtos vegetais. Conforme Spier et al. (2007), essa proposta de mudança de hábito alimentar é embasada e motivada por estudos que associam a ingestão de alimentos vegetais com a redução do risco de doenças crônico-degenerativas.

Para Vinson et al. (2001), uma possível explicação do efeito protetor exercido pelos alimentos de origem vegetal contra diversas doenças consiste no fato destes produtos serem ricos em substâncias antioxidantes (tocoferóis, carotenoides, fenólicos), que atuam prevenindo ou reparando danos celulares causados pelo estresse oxidativo.

Neste contexto, os compostos fenólicos destacam-se pela pronunciada atividade antioxidante que apresentam e por estarem largamente distribuídos no reino vegetal, o que potencializa sua contribuição para a prevenção de doenças originadas por danos oxidativos. Ainda que os compostos fenólicos possam ser encontrados em diversos alimentos, é importante ressaltar que são as uvas e os produtos derivados do seu processamento as principais fontes alimentares (PEZZUTO, 2008; ROCKENBACH et al., 2011).

Embora o interesse pela pesquisa das propriedades funcionais das uvas tenha sido impulsionado pelos benefícios decorrentes do consumo de vinho, identificados no dito “Paradoxo Francês”, são crescentes os estudos que demonstram que o suco de uva possui composição fenólica capaz de promover semelhantes efeitos (CASTILLA et al., 2006; DANI et al., 2007; O’BYRNE et al., 2002).

Os benefícios relacionados à ingestão regular de suco de uva são especialmente decorrentes da ação antioxidante promovida pelos compostos

fenólicos. Existem descritos na literatura diversos efeitos fisiológicos e/ou metabólicos associados ao consumo de suco de uva, como: redução da pressão arterial sistêmica, prevenção da oxidação do LDL-colesterol, inibição da agregação plaquetária, melhorias no sistema imunológico, benefícios neurológicos e redução da susceptibilidade de desenvolvimento tumoral (CASTILLA et al., 2006; KRIKORIAN et al., 2010; PARK; KIM; KANG, 2004; ROWE et al., 2011; SHANMUGANAYAGAM et al., 2007; WALLING; SINGLEARY, 2006).

Além de atuarem como moléculas biofuncionais, os compostos fenólicos presentes no suco de uva contribuem para a definição de suas características sensoriais, como sabor, coloração, adstringência e aromas (RECAMALES et al., 2006). Vale ressaltar que a composição e a concentração de compostos fenólicos são influenciadas por inúmeros fatores, como variedade de uva, condições climáticas e métodos de cultivo (ORDUÑA, 2010; RECAMALES et al., 2006).

A influência da temperatura ambiental sobre a síntese de compostos fenólicos pelas uvas torna-se particularmente importante quando se considera a variabilidade do clima das regiões vitivinícolas do Brasil. Neste âmbito, o Vale do São Francisco (VSF), localizado no nordeste brasileiro, é uma região que tem emergido como polo vinícola, cujos vinhos possuem tipicidade diferenciada em decorrência do clima tropical e técnicas de cultivo (LUCENA et al., 2010).

Assim, é esperado que a composição físico-química de sucos elaborados com uvas cultivadas no VSF seja diferenciada, visto que o típico clima tropical desse local é caracterizado por temperaturas elevadas durante a maior parte do ano e sabe-se que esta é uma condição favorável para a síntese de compostos bioativos, segundo relatos de Castillo-Muñoz et al. (2009), Lucena et al. (2010) e Makris, Kallithraka e Kefalas (2006).

A caracterização dos sucos de uva do VSF é um campo de pesquisa pouco explorado, não havendo registros sobre a tipicidade, composição físico-

química, atributos sensoriais e potencial funcional desses produtos. Neste contexto, surge a necessidade de realizar trabalhos que façam essa abordagem e em alguma proporção contribuam para a comercialização do suco de uva do VSF no mercado interno e promovam sua inserção no mercado externo.

Diante do exposto, os objetivos nesse trabalho foram: i) realizar a caracterização físico-química de sucos integrais produzidos com uvas cultivadas no VSF; ii) avaliar a atividade antioxidante *in vitro* das amostras; iii) pesquisar a influência da cultivar de uva sobre a composição das bebidas; iv) verificar a adequação dos sucos em relação aos padrões de qualidade e identidade estabelecidos pela legislação vigente; v) identificar a bebida de melhor potencial funcional; vi) comparar a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos e antocianinas com sucos de uva de outras regiões; vii) identificar o perfil sensorial dos sucos e sua aceitação por consumidores e viii) definir a amostra que apresente a melhor combinação entre composição físico-química e aceitação sensorial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Consumo e produção de suco de uva no contexto nacional

A demanda crescente da sociedade atual por produtos saudáveis impulsiona o aumento do consumo e da comercialização de sucos de frutas, uma vez que estes são considerados alimentos de boa qualidade nutricional. Assim, o suco de uva figura como um dos sabores mais consumidos em países da América e Ásia (CABRERA et al., 2009; GARDE-CERDÁN et al., 2007).

No Brasil, é observada uma tendência semelhante referente ao consumo de suco de uva. Segundo informações divulgadas pelo Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN), no ano de 2010 os sucos de sabor uva foram os mais consumidos no país, totalizando cerca de 152 milhões de litros, o que representa 27% do volume total consumido. Estes dados comprovam a superação da tradicional hegemonia do suco de laranja e indiciam o surgimento de uma nova preferência pelo suco de uva (IBRAVIN, 2011b).

A avaliação do consumo per capita de suco de uva no Brasil também revela resultados animadores. No ano de 1995, o consumo per capita de suco de uva não ultrapassava 150 mL, sendo que em 2006 este valor já havia chegado a 560 mL. Em 2010, levantamentos sinalizaram para um consumo de suco de uva de 900 mL por pessoa, o que reafirma a consolidação desta bebida no mercado brasileiro e tendências de manutenção deste crescimento (IBRAVIN, 2011b; MELLO, 2007).

A área ocupada pela viticultura brasileira é de 81 mil hectares, com vinhedos que se estendem desde o extremo Sul do Brasil até regiões próximas à Linha do Equador, com destaque para duas regiões: Sul e Nordeste. A região Sul é representada principalmente pelo estado do Rio Grande do Sul, que produz cerca de 840 milhões de quilos de uva por ano. A segunda região concentra os

polos de frutas de Petrolina/PE e de Juazeiro/BA, localizados no Submédio do VSF, responsável por 95% das exportações nacionais de uvas finas de mesa (BRASIL, 2011; MELLO, 2013).

O Rio Grande do Sul figura atualmente como o maior produtor de suco de uva, tendo apresentado no ano de 2013 uma produção superior a 100 milhões de litros (UVIBRA, 2014). Ainda não estão disponíveis dados sobre a produção e comercialização de sucos de uva produzidos no VSF no referido ano.

2.2 Produção de suco de uva no Vale do São Francisco (VSF)

Conforme Ritschel e Camargo (2007), embora a produção brasileira de suco de uva esteja concentrada no estado do Rio Grande do Sul, é observada nos últimos anos uma expansão desta atividade para regiões de clima tropical, como Mato Grosso, Goiás e VSF.

A região do VSF localiza-se na região Nordeste do Brasil, em torno da fronteira dos estados da Bahia e de Pernambuco. Situada entre os paralelos 8° e 9° do hemisfério sul, esta região possui clima tropical semiárido, com temperaturas quentes durante todo ano. A irrigação proveniente do Rio São Francisco é empregada para produção das frutas (HIRSCH, 2005).

Pela descrição das características do VSF observa-se que esta região apresenta condições edafoclimáticas bastante diferentes daquelas apresentadas pela tradicional região vinícola localizada no sul do país, com clima tipicamente temperado (LUCENA et al., 2010). Considerando a influência marcante do clima sobre as características físico-químicas da uva (ORDUÑA, 2010), acredita-se que as bebidas produzidas na região do VSF possuam características sensoriais e nutricionais bastante peculiares.

Considerada a segunda maior região brasileira produtora de vinhos (LUCENA et al., 2010), o VSF tem condições potenciais para investir na

produção de sucos de uva. O estado de Pernambuco é atualmente o local mais produtivo desta região, apresentando uma produção ascendente desde o ano de 2005, conforme dados mostrados no Gráfico 1 (MELLO, 2007, 2010, 2013).

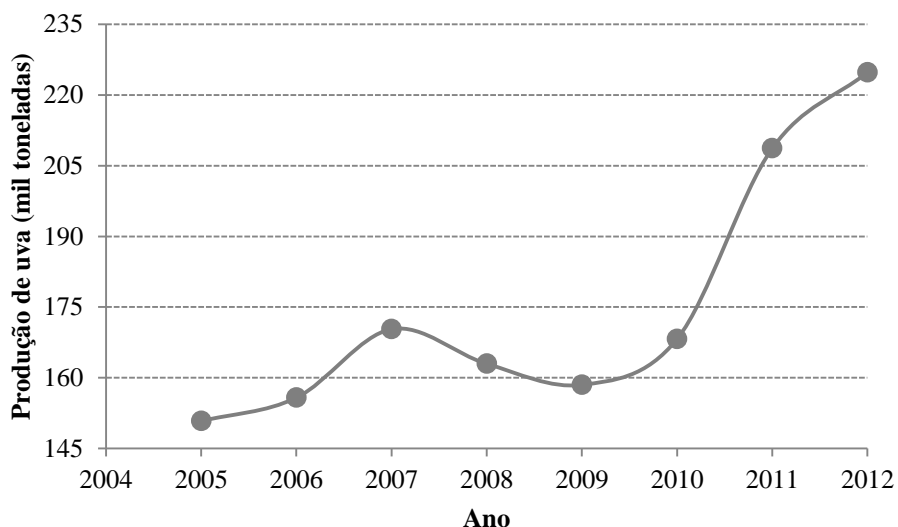


Gráfico 1 Produção de uvas (em mil toneladas) pelo Estado de Pernambuco no período de 2005 a 2012. Adaptado de: Mello (2007, 2010, 2013).

Esta tendência só foi interrompida no período de 2008/2009, possivelmente em decorrência da crise econômica mundial, que afetou o setor vitivinícola do país. Porém, no ano de 2010, a produção de uvas em Pernambuco retomou o crescimento, sendo que este foi o único estado brasileiro que teve sua produção incrementada em relação ao ano anterior.

Um grande diferencial da região do VSF consiste no fato da mesma possuir mais de uma safra anual de uvas, o que possibilita a produção de um maior volume de suco (ARAÚJO; RAMALHO; CORREIA, 2009). Assim, a produção de suco de uva no VSF é vista como uma nova alternativa de geração de renda para os viticultores locais. Enquanto o processo de elaboração de

vinhos jovens pode durar até 60 dias, o suco de uva está pronto para comercialização em quatro ou cinco horas após o recebimento da uva (BRASIL, 2010).

2.3 Variedades de uva para produção de sucos

A escolha da variedade de uva para produção de sucos deve ser baseada em algumas premissas, para que o produto final apresente boa qualidade. Neste sentido, é desejável que a cultivar escolhida reúna algumas características básicas, como: composição química adequada, representada por uma boa relação entre sólidos solúveis totais (SST)/ acidez e bom rendimento em mosto (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998).

Venturini Filho (2010) recomenda que a escolha da variedade de uva para elaboração do suco também deve considerar o gosto do consumidor. Os hábitos alimentares definidos pela cultura de cada região faz com que uvas com características sensoriais muito distintas sejam empregadas na produção de sucos e bem aceitas.

Conforme Giovannini (2008), a maior parte da produção nacional de suco é da chamada “uva comum” ou “americana”, pertencente à espécie *Vitis labrusca*. As uvas nomeadas de “finas” ou “europeias” são derivadas de videiras *Vitis vinifera*. Sabe-se que a espécie da uva é um dos fatores determinantes de sua composição química e assim, influencia diretamente atributos sensoriais do produto elaborado a partir delas.

As cultivares de *Vitis labrusca* embasam a produção de sucos no país. A utilização maciça dos produtos desta videira deve-se ao fato de fornecerem matéria-prima ideal para a produção de sucos, uma vez que estas uvas não perdem características aromáticas e gustativas mesmo quando o suco é submetido à pasteurização, mantendo sobretudo o aroma “foxado”, muito

apreciado pela população das Américas. Além disso, as uvas labruscas são mais produtivas e resistentes às doenças que comumente afetam essa fruta (CAMARGO; MAIA; NACHTIGAL, 2005; GIOVANNINI, 2008; VENTURINI FILHO, 2010).

Entretanto, com o surgimento de novos polos de viticultura nas regiões tropicais brasileiras, novas variedades de uva vinífera estão sendo empregadas na elaboração do suco. Segundo Sautter et al. (2005), do volume total de uvas destinadas ao processamento de sucos, cerca de 20% são uvas viníferas e 80% são uvas americanas. Venturini Filho (2010) ressalta que os sucos de uvas viníferas, embora muito bem aceitos na Europa, possuem aroma menos marcantes que os sucos elaborados com uvas labruscas e híbridas.

No caso específico da produção de sucos no VSF, tanto cultivares de uva da espécie *Vitis labrusca* quanto uvas da espécie *Vitis vinifera* estão sendo empregadas. Salienta-se que a oferta de sucos elaborados com diferentes variedades de uva é uma condição importante do ponto de vista mercadológico, visto que o mercado europeu tem preferência para importação de sucos produzidos com uvas viníferas (PROTAS; CAMARGO; MELO, 2002).

Atender esta demanda torna-se ainda mais importante quando se considera a atual conjuntura do mercado de sucos brasileiros, que tem investido na promoção e inserção do suco de uva 100% natural no mercado internacional, por meio de programas coordenados por órgãos de fomento à importação e pelo setor vitivinícola (IBRAVIN, 2011a).

Entre as variedades de uvas tintas que melhor se aclimataram no semiárido nordestino e que são utilizadas para produção de suco, pode-se destacar as uvas Isabel Precoce (*Vitis labrusca*), as uvas híbridas BRS Cora e BRS Violeta e as uvas viníferas Syrah, Tempranillo e Alicante Bouschet.

Uvas da variedade Isabel Precoce apresentam características agrônômicas muito próximas da cultivar Isabel, porém, possuem um período de

maturação bastante antecipado, o que oportuniza um maior número de safras anuais. Além disso, esta cultivar apresenta outras características favoráveis, como: elevado vigor e fertilidade, alta capacidade produtiva, maturação uniforme e características físico-químicas adequadas para a elaboração de sucos (CAMARGO, 2004; RITSCHER; CAMARGO, 2007).

A uva híbrida BRS Cora foi desenvolvida para atender novas regiões vinícolas de clima tropical emergentes no Brasil, sendo resultante do cruzamento entre Muscat Belly A x H.65.9.14. As uvas BRS Cora possuem grande capacidade produtiva, potencial glucométrico satisfatório e mosto com coloração intensa, o que a tornam uma variedade indicada para elaboração de sucos. Como possui cor pronunciada, pode também ser empregada em cortes com outras uvas para melhorar sucos de pouca coloração (CAMARGO; MAIA, 2004).

Outra cultivar com boa adaptação a climas tropicais é a uva BRS Violeta, que surgiu do cruzamento da variedade “BRS Rúbea” e “IAC 1398-21” (RITSCHER; CAMARGO, 2007). A uva BRS Violeta apresenta coloração violácea intensa, elevado teor de açúcar e acidez relativamente baixa. Como a maturação desta uva coincide com o ciclo da Isabel Precoce, empregá-la para conferir uma coloração mais atrativa ao suco de uva Isabel Precoce pode ser uma alternativa para obtenção de produtos de melhor qualidade (CAMARGO; MAIA; NACHTIGAL, 2005).

Das uvas viníferas, a variedade Tempranillo é uma opção para utilizar na produção de sucos, possuindo como características marcantes a coloração profunda e baixa acidez. Coloração intensa e aromas marcantes são características peculiares às uvas Syrah, também empregadas na produção de sucos. De forma semelhante, uvas viníferas da cultivar Alicante Bouschet, originária da França, estão sendo utilizadas para produzir sucos por pertencerem a uma casta tintureira e possuírem teores de açúcar e acidez baixos (GIOVANNINI, 2008).

2.4 Constituintes químicos do suco de uva

O suco de uva é definido como uma bebida energética não fermentada e não diluída de cor, aroma e sabor característicos (BRASIL, 2000; 2009). Na Tabela 1 são apresentados os dados referentes à composição nutricional do suco de uva integral.

Tabela 1 Composição nutricional do suco de uva engarrafado ou enlatado, sem adição de açúcar e vitamina C

Componente	Unidade	Valor por 100 mL
Água	g	84,51
Energia	Kcal	60,00
Proteína	g	0,37
Lipídeos totais	g	0,13
Açúcares totais	g	14,20
Fibra alimentar total	g	0,20
<i>Minerais</i>		
Potássio	mg	104,00
Sódio	mg	5,00
Fósforo	mg	14,00
Cálcio	mg	11,00
<i>Vitaminas</i>		
Vitamina C	mg	0,10
Niacina	mg	0,13
Vitamina A	UI	8,00

Fonte: Adaptado de USDA (2014).

Em relação à sua composição nutricional, cerca de 85% do suco de uva é composto por água. Os macronutrientes de maior destaque nessa bebida são os carboidratos, representados especialmente pela glicose e frutose. Conforme Gurak et al. (2010) e Rizzon e Link (2006), o conteúdo glicídico das uvas pode

variar conforme a variedade, entretanto sempre haverá predominância dos açúcares redutores (glicose e frutose) sobre os açúcares não redutores (sacarose).

Um fator determinante do acúmulo de açúcar nas bagas de uva é o total de horas de insolação ao qual a planta foi submetida durante o período vegetativo (POMMER, 2003). Assim, é esperado que uvas cultivadas em condições tropicais, como é o caso do VSF possivelmente apresentem teores glicídicos superiores.

Assim como os açúcares, os ácidos orgânicos presentes no suco de uva também contribuem para sua qualidade sensorial, pois conferem um pH mais baixo à bebida e asseguram um equilíbrio entre os gostos doce e ácido, de agradável palatabilidade (GURAK et al., 2010).

Sobre os ácidos orgânicos, cabe ressaltar que apesar de serem moléculas de baixo peso molecular, são capazes de influenciar diversas características sensoriais, como sabor, coloração e aroma. Além disso, podem contribuir para a estabilidade do suco e sua qualidade microbiológica (MATO; SUÁREZ-LUQUE; HUIDOBRO, 2005; 2007). Conforme Rizzon e Link (2006) e Mato, Suárez-Luque e Huidobro (2005), no suco de uva predominam os ácidos tartárico e málico, enquanto que os ácidos succínico e cítrico estão presentes em menores proporções.

Soyer, Koca e Karadeniz (2003) reportam que os ácidos tartárico e málico representam 90% da acidez total da uva, sendo que o primeiro é um produto praticamente exclusivo desta fruta. Ambos os ácidos são sintetizados nas folhas e na baga de uva, podendo empregar, para tanto, diferentes vias metabólicas, como: Glicólise, Ciclo de Krebs e Via do Ácido Chiquímico.

Giovannini (2008) relata que o ácido tartárico possui maior capacidade de acidificar a fruta que o ácido málico. Nos frutos em crescimento ocorre um aumento progressivo deste ácido e seus teores decrescem com o

amadurecimento da baba. Sua síntese depende da presença de luz, sendo que a glicose é seu precursor e o ácido ascórbico um de seus intermediários.

Por outro lado, a síntese do ácido málico, não exige luz para acontecer e alguns açúcares podem ser empregados nesta etapa. Sua produção é intensa durante o crescimento e desenvolvimento da baba de uva e na etapa de amadurecimento ocorre sua degradação, que provoca a redução da acidez da fruta. A degradação do ácido málico é feita para produzir a energia requerida pela planta para acumular glicose e frutose, um importante marcador do amadurecimento (GIOVANNINI, 2008; MATO; SUÁREZ-LUQUE; HUIDOBRO, 2005).

O teor de ácidos orgânicos em uvas é influenciado por uma série de fatores, como: variedade da uva, grau de maturação, região de cultivo, nível de insolação e condições climáticas. Estes compostos são importantes sinalizadores na determinação da maturidade da uva e do flavor de seus derivados (SOYER; KOCA; KARADENIZ, 2003).

Em relação ao conteúdo proteico do suco de uva, sabe-se que as proteínas presentes são formadas por 18 aminoácidos diferentes, com teores mais elevados de ácido glutâmico, alanina e arginina. Embora o teor proteico do suco não seja significativo ($0,37 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$), sabe-se que este nutriente está relacionado à sua qualidade sensorial, uma vez que alguns aminoácidos são precursores de substâncias aromáticas (BOZKURT; GÖGÜS; EREN, 1999; GARDE-CERDÁN et al., 2007; GIOVANNINI, 2008).

Semelhantemente à proteína, o teor lipídico do suco de uva ($0,3 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$) é considerado baixo em relação aos demais componentes (USDA, 2011). Como a maior concentração de lipídeos localiza-se nas sementes da uva, é necessário que ocorra um processo de prensagem para liberar seu conteúdo. Porém, esta operação não é feita durante a extração de suco com panela extratora (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998).

Embora a concentração de lipídeos nos sucos de uva seja baixa, estes nutrientes também estão relacionados à sua qualidade sensorial. Além disso, cerca de 90% da fração lipídica é composta por ácidos graxos insaturados, representados pelo ácido linoléico (78%) e ácido oléico (12%), uma composição interessante do ponto de vista nutricional. Os teores de ácidos graxos saturados não ultrapassam 10% do teor de lipídeos e são encontradas concentrações relevantes de tocoferóis (BAIL et al., 2008; SANTOS et al., 2011).

O conteúdo mineral do suco de uva varia em função do solo no qual a videira é cultivada e, eventualmente, em função dos tratamentos fitossanitários aplicados (GIOVANNINI, 2008). Sabe-se que a composição mineral desta bebida é outro ponto que desperta interesse, uma vez que são encontrados baixos teores de sódio ($5 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$) e concentrações moderadas de potássio ($104 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$) (GURAK et al., 2010; USDA, 2011). Essa combinação mineral confere ao suco de uva a capacidade de interferir de maneira positiva no controle da hipertensão arterial, o que foi demonstrado em estudo conduzido por Dal Bosco (2006).

Entretanto, os benefícios para a saúde inerentes ao consumo do suco de uva são consistentemente explicados por seu conteúdo de compostos fenólicos. Estes compostos são reconhecidos pela expressiva ação antioxidante que possuem, sendo capazes de prevenir a oxidação de substratos biológicos, que pode ser a gênese de diversas doenças crônico-degenerativas (CASTILLA et al., 2006; DANI et al., 2007; PEZUTTO, 2008; SANTOS et al., 2011).

Gurak et al. (2010) afirmam que, a rica composição de nutrientes e moléculas biofuncionais exibida pelo suco de uva, transforma-o em uma bebida diferenciada, com potencial energético, nutricional e funcional. Para os autores, estas razões embasam o interesse da sociedade atual pelo suco de uva.

2.4.1 Padrões de Identidade e Qualidade de sucos de uva

Os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) são normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), com o objetivo de estabelecer as características mínimas de qualidade para os alimentos. No caso específico do suco de uva, o regulamento técnico que fixa o PIQ é estabelecido pela Instrução Normativa nº 1 de 07 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000). Por essa legislação, o suco de uva é definido com a bebida não fermentada e não diluída, elaborada com a parte comestível da uva.

Em relação à composição, o PIQ define que o suco de uva pode apresentar coloração vinho, rosada ou translúcida (branca), devendo possuir aroma e sabor próprio. É exigido que o teor de sólidos solúveis (SS) seja de mínimo 14 °Brix (a 20°C), que os açúcares totais naturais da uva não ultrapassem 20 g em 100 mL de suco de uva e que a acidez total (AT) expressa em ácido tartárico seja superior a 0,41 g 100g⁻¹ (BRASIL, 2000). Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998) explicam que esses parâmetros são estabelecidos para que as uvas usadas na elaboração do suco estejam em estágio adequado de maturação, permitindo a obtenção de uma bebida com sabor equilibrado.

Outros parâmetros relacionados à composição do suco de uva também exigidos pelo PIQ são os sólidos insolúveis, que devem ser inferiores à 5% (v.v⁻¹) e a acidez volátil, que deve ser menor que 0,05 (g 100g⁻¹, expressa como ácido acético). Os sólidos insolúveis (ou sólidos em suspensão) referem-se às partes de película da semente e demais fragmentos sólidos que estejam em suspensão, como, por exemplo, o bitartrato de potássio, que são cristais formados durante a estabilização física do suco. A acidez volátil é um parâmetro relacionado à sanidade da uva, sendo que valores elevados podem denunciar a utilização de frutos em estado avançado de podridão e inadequações no processamento (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998; VENTURINI FILHO, 2010).

No ano de 2004, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou em 27 de julho a Portaria n° 55, com o objetivo de complementar o PIQ do vinho e dos derivados da uva e do vinho. Nesta portaria, é destacado que a designação integral é privativa de sucos em sua concentração natural, sem adição de açúcares. Densidade relativa a 20/20°C mínima de 1,057, teor máximo de álcool etílico de 0,5% vol⁻¹ e relação SS/AT situada entre 15,00 e 45,50 foram novos parâmetros analíticos inseridos no PIQ do suco de uva. Conforme Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998), a definição de um limite máximo de álcool etílico tem a finalidade de impedir a comercialização de sucos que tenham sofrido reações fermentativas. Já a relação SS/AT é estabelecida para evitar o desequilíbrio sensorial da bebida, que enquadrada na faixa preconizada apresentará sabor adequado, com equilíbrio entre os gosto doce e gosto ácido.

2.5 Compostos fenólicos em sucos de uva

Os compostos fenólicos ou polifenóis figuram como o maior grupo de antioxidantes naturais, com cerca de 8.000 compostos diferentes. São substâncias quimicamente heterogêneas, de caráter hidrofílico, produzidas pelo metabolismo secundário de diversas plantas, como as videiras. Possuem em comum o fato de apresentarem em sua estrutura um ou mais anéis aromáticos, ligados às hidroxilas (KONDRASHOV et al., 2009; SOARES et al., 2008).

A biossíntese dos compostos fenólicos pode ocorrer por meio de diferentes rotas metabólicas, como a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido mevalônico, sendo a última de maior relevância no metabolismo de microorganismos e pouca significância no metabolismo de vegetais. A rota do ácido chiquímico converte intermediários da glicólise (ácido fosfenolpirúvico) e da via das pentoses fosfato (eritrose-4-fosfato) em aminoácidos aromáticos, sendo esta

via regulada pela enzima fenilalanina amônia liase. Os compostos fenólicos sintetizados podem estar na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas, podendo ser moléculas simples ou compostos com alto grau de polimerização (ÂNGELO; JORGE, 2007; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A quantidade e a composição dos compostos fenólicos nas uvas podem variar de acordo com diferentes fatores, a saber: espécie da videira, variedade da uva, maturidade das bagas, condições climáticas, práticas de viticultura, região de cultivo, contato com insetos e microrganismos, exposição à luz ultravioleta e utilização de fertilizantes e pesticidas (ASAMI et al., 2003; SIRIWOHARN et al., 2004).

Os inúmeros fatores que condicionam a síntese de compostos fenólicos, bem como as diferentes vias pelas quais a síntese pode acontecer, justificam a heterogeneidade química deste grupo. Desta forma, Abe et al. (2007) relatam que os compostos fenólicos são normalmente divididos em dois grupos: flavonoides e não flavonoides, conforme demonstrado na Figura 1.

Os flavonoides constituem o maior grupo de compostos fenólicos, com mais de 5.000 moléculas descritas. Possuem em comum o fato de serem formados por dois anéis aromáticos (A e B), unidos por um anel heterocíclico oxigenado, nomeado de anel C (ROSS; KASUM, 2002; WOLFE; LIU, 2008).

A biossíntese de flavonoides pela videira é extremamente influenciada pela luz solar recebida durante seu cultivo (CASTILLO-MUÑOZ et al., 2009). Makris, Kallithraka e Kefalas (2006) relatam que uvas mais expostas à luz solar e temperatura mais elevadas podem apresentar teores de flavonóis até dez vezes superiores do que os mesmos frutos cultivados em condições de sombreamento. Por isso, tem-se a expectativa de que os sucos produzidos com uvas do VSF possam apresentar teores de compostos bioativos superiores àqueles presentes em produtos similares provenientes de regiões de clima temperado.

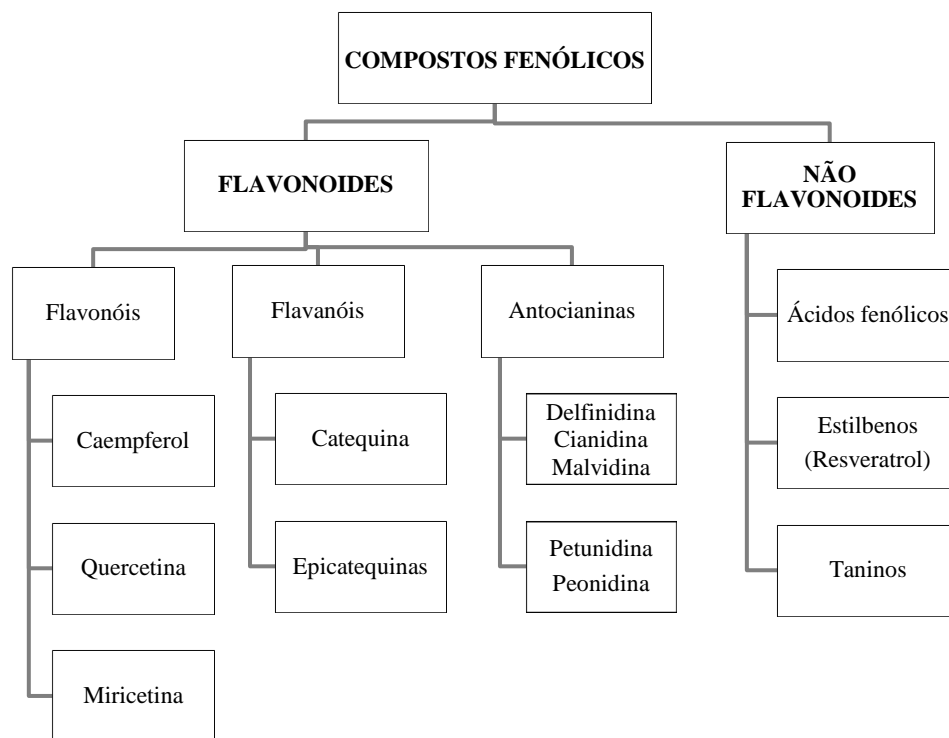


Figura 1 Representação esquemática dos principais compostos fenólicos presentes no suco de uva. Fonte: elaborada pela autora.

Ângelo e Jorge (2007) sugerem uma subdivisão do grupo dos flavonoides em mais seis classes, de acordo com o grau de hidrogenação e variações do anel C: flavonóis, flavanóis (ou catequinas), flavonas, flavanonas, antocianinas e isoflavonoides. Porém, em uvas, os flavonoides majoritários estão inseridos em três classes: flavonóis, flavanóis e antocianinas (ABE et al., 2007).

Na classe dos flavonóis, os principais constituintes estudados são: quercetina, miricetina e caempferol. Geralmente, em uvas da variedade *Vitis vinifera* predomina o caempferol e nas *Vitis labrusca*, a quercetina (JACKSON, 1994). Além de estarem envolvidos na definição da coloração de derivados da uva (pois atuam como co-pigmentos junto às antocianinas), os flavonóis são

largamente estudados em função de sua atividade antioxidante, que confere um efeito protetor às diversas desordens patológicas (IACOPINI et al., 2008; NIJVELDT et al., 2001).

Nas uvas, os flavonóis geralmente encontram-se conjugados com glicosídeos e ocasionalmente na forma de agliconas. Os flavonoides de maior ocorrência em uvas possuem o glicosídeo ligado ao carbono 3, sendo que a glicose é o monossacarídeo mais encontrado, embora alguns flavonoides possam se associar a outros açúcares, como galactose, glicose, xilose e arabinose (CASTILLO-MUÑOZ et al., 2009; MAKRIS; KALLITHRAKA; KEFALAS, 2006).

Nos vinhos, predominam os flavonóis na forma de agliconas, uma vez que muitos fenólicos glicosilados sofrem hidrólise ácida durante as etapas de vinificação e envelhecimento (CASTILLO-MUÑOZ et al., 2009). Vale ressaltar que os flavonoides glicosilados possuem uma solubilidade maior e por isso são mais facilmente absorvidos pelo organismo humano (SOUZA, 2008). Esta evidência reforça a adequação do consumo de suco de uva, em detrimento ao vinho.

Na classe dos flavanóis, também denominados de flavan-3-óis, catequina e epicatequina são os principais compostos encontrados em sucos de uva. Estes estão presentes em abundância nas sementes e exercem influência sobre o sabor e adstringência (ABE et al., 2007).

Nos sucos de uva, os flavanóis encontram-se na forma monomérica de (+) catequinas e (-) epicatequinas, que pertencem ao grupo dos três polifenóis melhor absorvidos pelo organismo. Estudos *in vivo* demonstram a capacidade antioxidante dos flavanóis e uma associação positiva entre o consumo destas substâncias e a redução de doenças crônicas (GOLLÜCKE; SOUZA; TAVARES, 2008; MANACH et al., 2005).

A terceira subclasse de flavonoides são as antocianinas, que estão amplamente distribuídas no reino vegetal, responsáveis pela pigmentação de flores e frutos, conferindo nuances arroxeadas, alaranjadas, azuladas e avermelhadas (MUÑOZ-ESPADA et al., 2004).

Em uvas, as antocianinas geralmente ocorrem como glicosídeos, uma vez que os açúcares conferem maior estabilidade à molécula. Podem estar associadas às moléculas de glicose, galactose, ramnose, xilose ou arabinose. Quando presentes na forma de agliconas, as antocianinas são denominadas de antocianidinas (LEE; RENNAKER; WROLSTAD, 2008; WANG; STONER, 2008). Existem relatos da existência de mais de 500 antocianinas e 23 antocianidinas, das quais cinco são encontradas em uvas: cianidina, delphinidina, malvidina, petunidina e peonidina (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; MULLEN; MARKS; CROZIER, 2007; WANG; STONER, 2008).

Malacrida e Mota (2006) relatam que as antocianinas presentes no suco de uva apresentam-se na forma de mono e diglicosídeos, mantendo praticamente o mesmo perfil antociânico das uvas frescas. Conforme os autores, cianidina-3-glicosídeo e delphinidina-3-glicosídeo são as antocianinas majoritárias nesta bebida. Porém, Muñoz-Espada et al. (2004) sugerem que a malvidina seja o composto predominante em uvas, divergência que pode ser decorrente da variedade de uva e das condições de cultivo em questão.

Além de possuírem papel fundamental na coloração das uvas, as antocianinas são igualmente exaltadas por sua atividade antioxidante (MANACH et al., 2005; MUÑOZ-ESPADA et al., 2004). Estudos epidemiológicos realizados por Wang e Stoner (2008), associam o consumo de antocianinas com a redução do risco de doenças cardiovasculares e neurológicas, diabetes e tratamento e prevenção de câncer.

Na classe dos fenólicos não-flavonoides, estão inseridos os ácidos fenólicos, representados pelos ácidos hidroxibenzoicos e ácidos

hidroxicinâmicos. São os componentes não-flavonoides mais abundantes em uvas e, nos sucos, podem apresentar teores altamente variáveis (de traços a 430 mg L^{-1}). Sobre suas funções na uva, os ácidos fenólicos são precursores de compostos voláteis, podem estar envolvidos em reações de escurecimento e possuem atividade antioxidante (FERRANDINO; GUIDONI, 2010).

Os estilbenos formam outra classe de compostos fenólicos não flavonoides, definidos como fitoalexinas de baixo peso molecular, sintetizados pela videira em resposta a condições de estresse fisiológico, como infecção microbiana, dano mecânico e radiação ultravioleta (CARERI et al., 2003).

O resveratrol é o estilbeno mais extensivamente estudado quando se trata de uvas. Certamente isto acontece em virtude dos efeitos farmacológicos que o resveratrol promove, como: atividade anticarcinogênica, cardioprotetora e antioxidante. Sua síntese é influenciada por diversos fatores, sendo que maiores níveis de radiação ultravioleta são capazes de favorecer aumentos significativos (GÜRBÜZ et al., 2007).

Segundo Abe et al. (2007), o resveratrol é sintetizado sob duas formas isômeras: trans-resveratrol (trans-3,5,4'-trihidroxiestilbeno) e cis-resveratrol (cis-3,5,4'-trihidroxiestilbeno). Em presença de luz visível o isômero trans é convertido na forma cis, mais estável quimicamente. Vitrac et al. (2002; 2005) afirmam que normalmente, uvas e derivados possuem conteúdo de cis-resveratrol inferior à concentração de trans-resveratrol.

Por fim, os taninos são o terceiro grupo dos fenólicos não-flavonoides, de peso molecular mais elevado, podendo ser constituídos pela união de moléculas de ácido gálico, ácido elágico glicosilado ou proantocianidinas (taninos condensados). Nos alimentos, conferem sensação de adstringência, além de estarem envolvidos em alguns efeitos funcionais (MONTEIRO et al., 2005).

Além da influência de fatores genéticos, é importante ressaltar que a composição e a concentração de compostos fenólicos são afetadas pela região em que a uvas são cultivadas (CASTILLO-MUÑOZ et al., 2009; SIRIWOHARN et al., 2004). O manejo da disponibilidade de água é um fator determinante, visto que o estresse hídrico devidamente controlado favorece a síntese de polifenóis. Da mesma forma, altos níveis de insolação estimulam a produção de compostos fenólicos (CASTILLO-MUÑOZ et al., 2009; LUCENA et al., 2010; MAKRIS; KALLITHRAKA; KEFALAS, 2006; MULERO; PARDO; ZAFRILLA, 2010).

Assim, é esperado que o conteúdo e o perfil fenólico de sucos elaborados com uvas cultivadas no VSF seja diferenciado, visto que o clima semiárido e o estresse hídrico típicos deste local são possíveis favorecedores da síntese de fenólicos. Em vinhos tintos elaborados nesta região, esta premissa foi comprovada por Lucena et al. (2010).

2.5.1 Métodos para determinação de compostos fenólicos

Considerando a baixa disponibilidade de trabalhos de caracterização dos sucos de uva do VSF e a influência dos teores de compostos fenólicos sobre o seu potencial antioxidante e atributos sensoriais, torna-se importante a realização de estudos para quantificar esses compostos bioativos. Entretanto, a eleição de uma metodologia adequada para realização destas análises é ainda um desafio, pela diversidade de protocolos existentes. No caso específico dos compostos fenólicos, ainda existe dificuldade adicional, pois trata-se de um grupo de substâncias quimicamente heterogêneas (ÂNGELO; JORGE, 2007; PAREJO et al., 2004). Além disso, Muñoz et al. (2008) ressaltam a inexistência de um método totalmente validado que atenda a este escopo. Nesta perspectiva, existe a

necessidade de estudos que busquem a validação de metodologias para determinação de compostos fenólicos em sucos de uva integral.

Em ensaios quantitativos, comumente identifica-se a utilização de metodologias espectrofotométricas, como o método de Folin-Denis (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC, 2007). Nestes estudos, o ácido gálico é empregado como padrão, sendo os resultados expressos como equivalente em ácido gálico (EAG). O reagente de Folin-Denis é, na maioria dos trabalhos, substituído pelo reagente de Folin-Ciocalteu, que de acordo com Ângelo e Jorge (2007), é um reagente mais sensível à redução pelos fenóis e tem uma tendência menor à precipitação.

O método de determinação de compostos fenólicos usando o reagente de Folin-Ciocalteu fundamenta-se na redução do ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico pelas hidroxilas fenólicas, produzindo um complexo de coloração azul que será mensurado por absorção a 760 nm (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999).

Em pesquisas com uvas e produtos derivados, esta metodologia é largamente adotada em ensaios que visam à quantificação de fenólicos totais (ABE et al., 2007; DANI et al., 2007; IACOPINI et al., 2008; LUCENA et al., 2010; ROCKENBACH et al., 2011; VARGAS; HOLZEL; ROSA, 2008).

O clássico método de Folin-Ciocalteu é uma metodologia bastante utilizada para quantificação de compostos fenólicos em diferentes matrizes por apresentar uma série de vantagens, como: utilização de equipamentos comuns, simplicidade de execução, baixo custo e fornece uma resposta quantitativa passível de comparação (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999).

Entretanto, os trabalhos que utilizam o método de Folin-Ciocalteu em suco de uva não são consensuais em relação à execução do protocolo analítico, sendo feitas diversas modificações, como pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2 Características analíticas do método de Folin-Ciocalteu executado em estudos com sucos de uva

Amostra	Suco de uva Campbell Early (<i>Vitis labrusca</i>)	Suco de uva rosé Goethe (<i>Vitis labrusca</i>)	Sucos de uvas tintas Sangiovese e branca Muscat (<i>Vitis vinifera</i>)	Suco de uvas tintas Aglianico (<i>Vitis vinifera</i>)	Suco de uva tinto e branco comerciais
Origem	Coreia do Sul	Não especifica	Itália	Sul da Itália	Não especifica
Método citado	Singleton e Rossi (1965), com modificações	Singleton e Rossi (1965), com modificações	Singleton e Rossi (1965) com modificações	Singleton e Rossi (1965) com modificações	Singleton e Rossi (1965)
Extração da amostra	Não realiza	Não descreve	Não descreve	Liofilização e suspensão em água	Não descreve
Folin-Ciocalteu	Solução a 11%	Não detalha	Solução pura	Solução pura	Não detalha
Carbonato de sódio	Solução a 20%	Não detalha	Solução a 10%	Solução a 7%	Não detalha
Repouso para reação	30 minutos	Não detalha	120 minutos	90 minutos	Não detalha
Curva padrão	Não detalha	Não detalha	Não detalha	20, 40, 60, 80 e 100 mg L ⁻¹	Não detalha
Padrão analítico	Ácido gálico	Catequina	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico
Leitura	725 nm	Não detalha	765 nm	765 nm	Não detalha
Parâmetros de desempenho	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Teor de fenólicos (g L⁻¹)	1,36	156,60	0,12 a 0,36	Aproximadamente 10,00	Branco (0,15 a 0,47) e tintos (0,71 a 1,18)
Referência	<i>Cabrera et al. (2009)</i>	<i>Dani et al. (2009a)</i>	<i>Genova et al. (2012)</i>	<i>Tenore et al. (2012)</i>	<i>Dávalos, Bartolomé, Gómez-Cordovés (2005)</i>

Tabela 2, conclusão

Amostra	Sucos de uva tintos e branco comerciais	Sucos de uva tintos comerciais	Sucos de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>)	Suco de uva Malvasia istriana (<i>Vitis vinifera</i>)	Suco de uva concentrado (Isabel e Concord)
Origem	Brasil (Rio Grande do Sul)	Brasil (Santa Catarina)	Brasil (Rio Grande do Sul)	Croácia	Brasil (Rio Grande do Sul)
Método citado	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)
Extração da amostra	Não realiza	Não descreve	Não descreve	Não descreve	Amostra foi centrifugada
Folin-Ciocalteu	Solução a 10%	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Carbonato de sódio	Solução a 75%	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Repouso para reação	Banho-maria a 50°C por 5 minutos.	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Curva padrão	0,05; 0,10; 0,15; 0,25 e 0,5 g L ⁻¹	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Padrão analítico	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico
Leitura	765 nm	Não detalha	765 nm	Não detalha	760 nm
Parâmetros de desempenho	Coefficiente de correlação (0,9978)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Teor de fenólicos (g L⁻¹)	0,31 a 0,51	0,23 a 3,43	0,55 a 1,00	0,23 a 0,31	1,43 a 2,87
Referência	<i>Vargas, Holzel, Rosa (2008)</i>	<i>Burin et al. (2010)</i>	<i>Comarella et al. (2012)</i>	<i>Ganic et al. (2006)</i>	<i>Gollücke et al. (2009)</i>

Outra observação que pode-se fazer a respeito da Tabela 2, é que muitos trabalhos geralmente não detalham como foi feita a execução do método de Folin-Ciocalteu. Outras vezes, executam o método com diversas modificações, sem deixar essa informação clara ao referenciar a metodologia empregada. Ressalta-se ainda que o Folin-Ciocalteu não é um método validado para suco de uva e nos trabalhos mencionados não são avaliados parâmetros de desempenho analítico, que seriam fundamentais para comprovar a adequação de empregá-lo para quantificar fenólicos em sucos, que é uma matriz diferente de vinho, para qual o método foi originalmente proposto.

Sabe-se que o processo de validação é fundamental para avaliar a adequação de métodos analíticos empregados na prática laboratorial (INMETRO, 2010), assegurando sua adequação em relação à finalidade proposta e garantindo a confiabilidade dos resultados gerados. Diante disso, existe a demanda da realização de trabalhos para confirmar a adequação da utilização do método de Folin-Ciocalteu para quantificar compostos fenólicos em sucos de uva.

2.6 Radicais livres e defesas antioxidantes

2.6.1 Formação de radicais livres

Sabe-se que os seres humanos dependem da oxidação biológica para o fornecimento de energia para as atividades celulares vitais, contudo a ação do oxigênio é paradoxal, uma vez que durante o metabolismo celular aeróbio podem ser formadas substâncias altamente reativas. Estas espécies de alta reatividade química são denominadas de radicais livres e podem ser definidas como qualquer átomo ou molécula que apresente um ou mais elétrons

desemparelhados em sua órbita externa (HALLIWELL, 2006; VALKO et al., 2007).

Os elétrons desemparelhados transformam os radicais livres em moléculas instáveis, de meia-vida curta e com elevada reatividade química, uma vez que precisam completar seus pares de elétrons para se estabilizarem. Assim, os radicais livres podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana celular, sendo que seu alvo de ataque (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação (BIANCHI; ANTUNES, 1999; FANG; YANG; WU, 2002).

Os radicais livres derivados do oxigênio ou espécies reativas de oxigênio (ERO) são formados durante as reações de fosforilação oxidativa, sendo as moléculas mais comumente encontradas. Os principais representantes desta classe são: radical superóxido (O_2^{\bullet}), hidroperoxila (HO_2^{\bullet}), hidroxila (OH^{\bullet}), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio singlete (1O_2), sendo o último um dos radicais mais deletérios (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; FANG; YANG; WU, 2002; VALKO et al., 2007).

Entre os radicais livres, o O_2^{\bullet} apresenta uma baixa capacidade de oxidação e o OH^{\bullet} mostra uma pequena capacidade de difusão e é o mais reativo na indução de lesões nas moléculas celulares. O H_2O_2 não é considerado um radical livre verdadeiro, mas é capaz de atravessar a membrana nuclear e induzir danos na molécula de DNA por meio de reações enzimáticas (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Embora as ERO sejam os radicais livres mais encontrados, outras moléculas possuem características semelhantes, como por exemplo, as espécies reativas de nitrogênio (ERN), cujo principal representante é o óxido nítrico (NO). Podem ser citados também os radicais livres gerados em reações catalisadas por metais de transição como o ferro e o cobre (VALKO et al., 2007).

2.6.2 Estresse oxidativo e lipoperoxidação

Em condições fisiológicas, os radicais livres desempenham no organismo diversas funções biológicas de interesse, como: participação no processo de fagocitose, defesa contra agentes patogênicos, sinalização celular e síntese de compostos de importância metabólica. O organismo humano ainda dispõe de mecanismos endógenos para remover e/ou neutralizar os radicais livres que possam ser sintetizados em excesso devido a alguma anormalidade (FANG; YANG; WU, 2002; FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Contudo, em ocasiões em que se estabelece um desequilíbrio entre a formação e a remoção dos radicais livres, instala-se no organismo humano um quadro de estresse oxidativo, que favorece a ocorrência de danos nas estruturas celulares, o que pode predispor o desenvolvimento de diversas doenças crônicas não transmissíveis (ROVER JUNIOR et al., 2001; VALKO et al., 2007).

Conforme Barreiros, David e David (2006), os danos oxidativos causados pelos radicais livres de maior gravidade são aqueles que acometem os ácidos nucleicos: DNA e RNA. Quando ocorre a quebra da cadeia do DNA, os fragmentos podem ser reconectados em outra posição e assim alterar a ordem de suas bases, sendo este um processo básico de mutação, que predispõe à oncogênese.

As membranas celulares também são organelas comumente atingidas pela ação deletéria dos radicais livres por meio das reações de lipoperoxidação, que provocam modificações estruturais e na permeabilidade. Nestas condições, ocorre perda da seletividade na troca iônica, interferência no processo de transporte ativo e passivo, formação de produtos citotóxicos e morte celular, como consequência extrema deste processo (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

O processo de lipoperoxidação é considerado uma reação em cadeia, que pode ser dividida em três etapas principais: iniciação, propagação e terminação (LIMA; ABDALLA, 2001). A reação inicia-se com o sequestro do hidrogênio de um ácido graxo poliinsaturado da membrana celular (LH) pelo radical hidroxila (OH^\bullet) ou alcóxila (LO^\bullet), originando o radical lipídico (L^\bullet). Na reação de propagação, o radical lipídico (L^\bullet) reage com o oxigênio (O_2) e forma o radical peróxila (LOO^\bullet), que sequestra outro hidrogênio do ácido graxo poliinsaturado e forma um segundo radical lipídico. O término da lipoperoxidação acontece quando os radicais lipídicos (L^\bullet) e peróxila (LOO^\bullet) gerados nas etapas anteriores propagam-se até destruírem a si próprios (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

2.6.3 Mecanismos antioxidantes endógenos e exógenos

Conforme Kaliora, Dedoussis e Schmidt (2006), os antioxidantes são definidos como moléculas capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres, prevenindo assim que estas espécies ataquem as células, podendo ser classificados em enzimáticos ou não-enzimáticos.

Os antioxidantes enzimáticos são representados pelas enzimas endógenas, sendo as principais: superóxido dismutase (SOD), glutatona peroxidase (GSH-Px ou GPx) e catalase (CAT). Essas enzimas são fundamentais para a sobrevivência celular, apresentando uma ação detoxificadora, ou seja, atuam antes que o radical livre cause lesão celular. A atuação sinérgica é outra característica particular destas enzimas, ocorrendo com o propósito de potencializar a proteção celular (FANG; YANG; WU, 2002; KALIORA; DEDOUSSIS; SCHMIDT, 2006; MICHIELS et al., 1994; VALKO et al., 2007).

A SOD refere-se a um grupo de enzimas que requerem cofatores metálicos para sua atuação, existindo sob duas formas no organismo humano. A

primeira ocorre no citosol celular e contém Cu^{2+} e Zn^{2+} como centros redox, sendo que sua atividade não é afetada pelo estresse oxidativo. A segunda contém Mn^{2+} como centro redox, ocorre na mitocôndria e sua atividade aumenta com o estresse oxidativo. A ação antioxidante destas enzimas consiste na dismutação do radical superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que é posteriormente eliminado pela ação da CAT e GSH-Px (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; HALLIWELL, 2006).

A CAT é uma enzima que apresenta grupos heme em sua estrutura e possui o cofator nicotinamida adenosina dinucleotídeo fosfato reduzido (NADPH) como cofator, sendo muito hábil na detoxificação do H_2O_2 a H_2O e O_2 . Esta reação é fundamental para a manutenção da vida celular, uma vez que a liberação de H_2O_2 forma diversas espécies oxidantes, que conduzem ao estresse oxidativo (DANI et al., 2009b; FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

A GSH-Px também atua reduzindo o H_2O_2 a H_2O e O_2 , sendo uma enzima de ação citosólica que possui selênio em sua estrutura, operando em ciclos entre sua forma oxidada e reduzida. Na reação de redução, o tripeptídeo glutationa (GSH, formado pelos aminoácidos glutamina, cisteína e glicina) é oxidado e origina a glutationa oxidada (GSSG), que por ação da glutationa redutase (GR), que possui NADPH como cofator, volta novamente à forma reduzida (GSH), reações que são mostradas a seguir (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; HALLIWELL, 2006):



Os antioxidantes não-enzimáticos geralmente são de origem exógena, representados por compostos naturalmente presentes em alimentos que são capazes de evitar a ação deletéria dos radicais livres, como por exemplo, o α -tocoferol, a vitamina C, os carotenoides e os compostos fenólicos (FANG; YANG; WU, 2002; FREI, 2004; VALKO et al., 2007).

Entre os antioxidantes relatados, os compostos fenólicos são as substâncias mais encontradas nos alimentos, apresentando atividade antioxidante superior àquela desempenhada pelas vitaminas C e E. A notável ação antioxidante dos compostos fenólicos é justificada pela capacidade que possuem de doar átomos de hidrogênio aos radicais livres, sendo que os flavonoides são os fenólicos com maior atividade (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; KALIORA; DEDOUSSIS; SCHMIDT, 2006).

Conforme Barreiros, David e David (2006), a atividade antioxidante dos flavonóides está relacionada à sua estrutura química, que determina sua reatividade como agente doador de prótons e elétrons. Quanto maior o número de hidroxilas do composto fenólico e menor seu potencial de oxidação, maior é sua capacidade de sequestrar os radicais livres.

Neste contexto, o suco de uva é reportado como uma importante fonte de compostos fenólicos e flavonóides e por isso sua capacidade de impedir a ação deletéria dos radicais livres é comprovada em diversos estudos (CASTILLA et al., 2006; DÁVALOS; BARTOLOMÉ; GÓMEZ-CORDOVÉS, 2005; FRANKEL et al., 1998; FRANKEL; MEYER, 1998; GOLLÜCKE et al., 2009).

A capacidade antioxidante de um alimento pode ser avaliada por meio de diversos métodos disponíveis, embora, não tenham sido encontrados na literatura atual trabalhos que reportem a avaliação de parâmetros de desempenho desses métodos. Certamente, a complexidade das reações antioxidantes e a diversidade de compostos existentes dificulta o estabelecimento de uma metodologia padronizada (FRANKEL; MEYER, 2000; HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Diante disso, é recomendado que a ação antioxidante de um alimento seja avaliada por mais de um teste, para que assim cada método contribua para a elucidação de uma parte do complexo fenômeno de inibição da oxidação

biológica (ANTOLOVICH et al., 2002). Tabart et al. (2009) ainda ressaltam que nenhum método isolado é adequado para avaliar a atividade antioxidante *in vitro* de bebidas, sendo que muitas vezes os métodos podem produzir resultados divergentes e por isso a importância de combiná-los para confirmação dos dados obtidos.

Entre os diversos protocolos disponíveis para avaliação da capacidade antioxidante, pode-se destacar o método de seqüestro de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) e o método de descoloração do radical ABTS, bastante convenientes e largamente aplicados a alimentos. Estes métodos empregam como princípio a descoloração de um radical sintético, que ocorre de forma proporcional à capacidade da amostra de sequestrar/reduzir o radical livre. A atividade antioxidante é quantificada pelo uso de um padrão antioxidante apropriado (FLOEGEL et al., 2011).

O método do radical ABTS apresenta como principais vantagens a simplicidade operacional, rapidez e possibilidade de aplicação à amostras lipofílicas e hidrofílicas. O método do radical DPPH também se destaca pela facilidade de execução, rapidez e possui como vantagem adicional o fato de ser um radical livre estável (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSSET, 1995; HUAG; OU; PRIOR, 2005; RE et al., 1999). Floegel et al. (2011) afirmam que a comparação desses dois métodos melhora a estimativa da capacidade antioxidante de frutas, hortaliças e bebidas.

2.7 Potencial funcional do suco de uva

2.7.1 Suco de uva: um alimento funcional?

O interesse pelas propriedades funcionais da uva foi iniciado por volta de 1970, quando pesquisadores observaram o baixo índice de doenças cardíacas

entre os franceses que consumiam vinho cotidianamente, embora mantivessem uma alimentação rica em produtos gordurosos. Esta observação incentivou diversos estudos sobre o então denominado “Paradoxo Francês” e posteriores investigações confirmaram a presença de elevadas concentrações de polifenóis na casca da uva, os compostos responsáveis por seu efeito antioxidante no organismo (BURNS et al., 2001; HASLER, 2002; TEISSEDRE; LANCRAULT, 2000).

Anos depois, diversas publicações comprovaram que o suco de uva também apresenta notável efeito antioxidante e assim seu consumo é associado a vários efeitos benéficos para a saúde, denotando um potencial funcional (CASTILLA et al., 2006; DAL BOSCO, 2006; DANI et al., 2009a; DANI et al., 2009b; FOLTS, 1998; KEEVIL et al., 2000; KRIKORIAN et al., 2010; SHUKITT-HALE et al., 2006).

Além disso, Cabrera et al. (2009), assim como Hasler (2002), O’Byrne et al. (2002), Osman et al. (1998) e Vinson et al. (2000) defendem que o suco de uva é uma excelente alternativa ao consumo de vinho, visto que trata-se de uma bebida não alcoólica de excelente palatabilidade. Desta forma, a recomendação de consumo do suco de uva raramente encontra restrições, podendo-se incentivar o consumo desta bebida para praticamente toda a população. Associada a isso, a maior biodisponibilidade dos compostos fenólicos do suco de uva é outra vantagem em relação aos vinhos. Segundo Frankel et al. (1998) e Landbo e Meyer (2001), no suco de uva predominam os fenólicos glicosilados, que possuem absorção facilitada quando comparados com suas respectivas agliconas.

Outros estudos também confirmam a biodisponibilidade dos compostos fenólicos do suco de uva, havendo relatos de que a concentração plasmática máxima é identificada três horas após a ingestão, o que reforça a rápida absorção destas substâncias (DÁVALOS et al., 2006a; CASTILLA et al., 2006). No

ensaio clínico realizado por Stalmach et al. (2011), a biodisponibilidade dos compostos fenólicos presentes em 350 mL de suco de uva Concord foi investigada após a ingestão da bebida por indivíduos saudáveis. Os autores identificaram na urina e no plasma dos voluntários 41 compostos fenólicos e metabólitos derivados, o que endossa a biodisponibilidade das substâncias potencialmente funcionais do suco de uva.

Em um artigo de posicionamento, a *American Dietetic Association* (ADA, 2004) define como funcional o alimento que além da função básica de nutrir é capaz de proporcionar efeitos fisiológicos benéficos à saúde. Neste trabalho é proposta uma classificação da evidência funcional dos alimentos em quatro níveis: fraco, moderado, forte e muito forte. O suco de uva aparece como um alimento com potencial funcional comprovado por estudos *in vivo*, *in vitro* e epidemiológicos, cujas evidências científicas são classificadas como “moderadas a fortes”. A frequência de consumo diário sugerida nos trabalhos pesquisados é de 230 mL a 470 mL.

No Brasil, a aprovação de alimentos com alegação de propriedade funcional ou de saúde é feita pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução nº 18/99 (BRASIL, 1999). Neste documento, é definida como propriedade funcional a ação relativa ao papel metabólico que um nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento e outras funções normais do organismo humano. Entretanto, para que um alimento tenha funcionalidade alegada, é necessária a elaboração de um relatório técnico embasado em diferentes evidências científicas, cuja consistência é julgada por comitês específicos deste órgão.

Atualmente, a lista com a relação das alegações de propriedade funcional aprovadas pela ANVISA não inclui alegação para o suco de uva (BRASIL, 2008). Porém, na RDC nº 2/02 (BRASIL, 2002), a ANVISA classifica os polifenóis como substâncias bioativas, ou seja, substâncias que

possuem ação metabólica ou fisiológica específica. Como o suco de uva é uma fonte importante de compostos fenólicos e diversas evidências científicas comprovam os efeitos benéficos decorrentes do seu consumo, acredita-se que em um futuro próximo esta bebida possa ter alegação de propriedade funcional aprovada no Brasil.

Certamente, esta aprovação contribuirá para a expansão do consumo de suco de uva, bem como será mais um subsídio científico para ser utilizado pelos profissionais de saúde que incentivam a incorporação do suco de uva integral à dieta habitual da população brasileira, como uma estratégia para o incremento da ingestão de compostos antioxidantes.

Algumas iniciativas que promovem o incentivo ao consumo de suco de uva por parcelas maciças da população brasileira já são relatadas. Exemplos disso são projetos de leis propostos e sancionados nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que estabelecem a inclusão do suco de uva no cardápio da merenda escolar da rede pública estadual de ensino (BALDISSERA, 2009; SPEROTTO, 2009). Vale ressaltar que esta medida é duplamente positiva, pois além de promover a inserção de um alimento saudável na alimentação habitual dos estudantes, ainda contribui para o crescimento da vitivinicultura dos estados que propuseram o projeto.

2.7.2 Efeitos benéficos associados ao consumo de suco de uva

Grande parte dos benefícios associados à ingestão regular de suco de uva é explicada pela ação antioxidante própria dos compostos fenólicos. Em inúmeros trabalhos, a atividade antioxidante do suco de uva, mensurada por diferentes metodologias *in vitro* (sequestro do radical livre DPPH e ABTS, sistema β caroteno-ácido linoleico, capacidade de absorção do radical de oxigênio – ORAC), relacionou-se positivamente com a concentração de

compostos fenólicos (DANI et al., 2007; FRANKEL et al., 1998; GANIC et al., 2006; NATIVIDADE, 2010; VARGAS; HOELZEL; ROSA, 2008).

Não só estudos *in vitro*, como também estudos *in vivo* e ensaios clínicos confirmam o potencial antioxidante do suco de uva. Os trabalhos descrevem outros efeitos fisiológicos e/ou metabólicos associados ao consumo de suco de uva, como: redução da agregação plaquetária (atividade antitrombótica), redução da pressão arterial sistêmica, diminuição do risco de desenvolvimento tumoral, ação antígenotóxica, prevenção de danos oxidativos hepáticos e melhorias no sistema imunológico e neurológico.

Um dos possíveis mecanismos antioxidantes desempenhados pelos compostos fenólicos do suco de uva foi descrito no trabalho de Dávalos et al. (2009), no qual foi demonstrado que ocorre uma redução da produção de radicais superóxido (O_2^{\bullet}) pela enzima NADPH oxidase, reação que atenua o estresse oxidativo. Outra importante via antioxidante empregada pelos fenólicos é o aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como foi evidenciado no ensaio biológico conduzido por Andrade et al. (2011), no qual ratos submetidos à irradiação e suplementados com suco de uva apresentaram maior atividade do sistema antioxidante endógeno, em relação ao grupo controle.

Alguns estudos *in vivo* evidenciam que o suco de uva integral também é capaz de minimizar a ocorrência de danos no DNA celular, através de mecanismos antígenotóxicos e antioxidantes. Exemplo disso foi o ensaio *in vitro* realizado por Aguiar Júnior et al. (2011), o ensaio biológico conduzido por Rho e Kim (2006) e o estudo clínico realizado por Park et al. (2003) com adultos saudáveis que receberam durante 8 semanas 480 mL de suco de uva diariamente. Após o período de experimentação, todos os autores inferiram que o consumo de suco de uva promoveu uma redução dos danos ao DNA.

Nesta mesma perspectiva, Dani et al. (2009b) mensuraram a atividade antioxidante e antígenotóxica de sucos de uva Bordô brasileiros em ensaio

biológico. Ratos Wistar adultos receberam $14 \mu\text{L g}^{-1}$ de suco de uva convencional ou orgânico durante 30 dias e depois foram injuriados com tetracloreto de carbono (CCl_4). Os autores observaram que os ratos que foram tratados com suco de uva apresentaram menores índices de peroxidação lipídica no plasma, fígado e cérebro, em relação ao grupo controle.

Outro efeito fisiológico promovido pelo suco de uva refere-se à redução dos níveis de agregação plaquetária, uma condição que contribui para a prevenção do desenvolvimento e da progressão de doenças cardiovasculares. Neste âmbito, pode-se citar o estudo conduzido por Folts (1998), que avaliou a agregação plaquetária em homens e mulheres saudáveis após o consumo de vinho tinto, vinho branco e suco de uva tinto integral (5 mL , 5 mL e 12 mL kg^{-1} de peso corpóreo, respectivamente). Foi observado um decréscimo significativo do nível de agregação plaquetária quando os indivíduos consumiam vinho tinto (redução de 39%) ou suco de uva (redução de 34%), comprovando assim o potencial antitrombótico destas bebidas, uma condição que pode desacelerar a aterogênese.

Resultados semelhantes foram obtidos no ensaio clínico realizado por Keevil et al. (2000), que avaliaram o efeito do consumo de $5 - 7,5 \text{ mL kg}^{-1}$ de suco de uva, suco de laranja ou suco de grapefruit por adultos durante um período de 7 dias. Os autores identificaram uma redução de 77% da agregação plaquetária no grupo que consumiu suco de uva, efeito que não foi observado nos indivíduos que ingeriram os demais sucos.

A inibição da oxidação do LDL-colesterol é um dos efeitos metabólicos inerentes ao consumo de suco de uva mais largamente estudado, uma vez favorece a prevenção de doenças cardiovasculares. Dávalos et al. (2006b) observaram em estudo *in vitro* que a suplementação com suco de uva é capaz de alterar a homeostase do colesterol, por meio do aumento da atividade dos receptores de LDL-c de células humanas.

Entre os trabalhos realizados, pode-se citar o estudo de Frankel et al. (1998), em que o suco de uva Concord reduziu a oxidação da LDL colesterol em 67%, efeito similar ao observado para o vinho tinto. Nas pesquisas realizadas por Stein et al. (1999), Vinson et al. (2000), Landbo e Meyer (2001), O'Byrne et al. (2002), Castilla et al. (2006) e Shanmuganayagam et al. (2007), o suco de uva também demonstrou habilidade em inibir a oxidação de lipoproteínas plasmáticas.

A influência do consumo de suco de uva sobre a pressão arterial sistêmica é alvo de alguns trabalhos, como o ensaio clínico feito por Park, Kim e Kang (2004) com hipertensos coreanos e o estudo conduzido por Chou et al. (2001) com pacientes cardíacos. Em ambos os estudos o consumo de suco de uva promoveu uma melhora na função endotelial. Anselm et al. (2007) explicam que o suco de uva é capaz de induzir o relaxamento do endotélio arterial coronariano por meio da liberação de óxido nítrico, uma alteração metabólica que conduz à vasodilatação e conseqüentemente, melhora a função endotelial.

Recentemente, foi comprovado no estudo de Rowe et al. (2011) outro efeito benéfico associado ao consumo de suco de uva: melhora do sistema imunológico. No estudo clínico conduzido por estes autores o consumo diário de 360 mL de suco de uva Concord durante nove semanas foi capaz de beneficiar a imunidade de adultos saudáveis.

As doenças neurológicas típicas do envelhecimento podem ser desencadeadas pelo estresse oxidativo, sendo comum verificar em pessoas mais idosas o aparecimento de declínio cognitivo e motor (SHUKITT-HALE et al., 2006). Sabendo-se que os radicais livres podem acentuar este processo e que os polifenóis atuam minimizando-os, alguns trabalhos têm avaliado o efeito do consumo de suco de uva sobre parâmetros neurológicos.

No ensaio biológico realizado por Shukitt-Hale et al. (2006), investigou-se em ratos idosos a eficiência do suco de uva Concord em reverter déficits

cognitivos e motores relacionados ao envelhecimento. Os resultados mostraram que os ratos alimentados com suco de uva exibiram melhora no desempenho cognitivo e motor. Resultados semelhantes foram obtidos por Joseph, Shukitt-Hale e Willis (2009) em estudo comparativo empregando diferentes sucos de uva (Concord, Niágara e Branco), no qual os animais que consumiram suco Concord e Niágara obtiveram um incremento cognitivo em relação ao grupo controle.

Embora ainda não estejam esclarecidos os mecanismos exatos desempenhados pelos compostos fenólicos na melhora da cognição, Krikorian et al. (2010) relatam algumas pesquisas que descrevem que os fenólicos, em especial as antocianinas, são capazes de atravessar a barreira hematoencefálica e em alguns trabalhos já foram encontradas em regiões cerebrais ligadas à cognição.

Portanto, os achados dos estudos apresentados sugerem que, além dos conhecidos efeitos benéficos que os polifenóis exercem sobre doenças já descritas na literatura (por exemplo: patologias cardiovasculares, inibição da carcinogênese, ação antígeno-tóxica), o consumo de suco de uva pode também ser útil em retardar o envelhecimento neuronal.

2.8 Qualidade do suco de uva e análise sensorial

A qualidade sensorial de sucos de uva está relacionada à presença equilibrada de nutrientes e compostos bioativos, que irão definir sua coloração, sabor e aroma. Os açúcares presentes na uva, principalmente glicose e frutose, em associação harmônica com os ácidos orgânicos são os principais determinantes do sabor e aroma. Os compostos fenólicos, além de contribuírem para a definição da adstringência e estrutura dos sucos, também conferem cor,

que será proporcional aos teores de antocianinas (GOLLÜCKE; SOUZA; TAVARES, 2008; VENTURINI FILHO, 2010).

Em pesquisa para avaliar os atributos sensoriais e a aceitação de suco integral concentrado e néctar de uva, Pontes et al. (2010) verificaram que o equilíbrio entre os atributos sensoriais pesquisados (gosto doce, gosto amargo, sabor característico, cor e adstringência) foi fundamental para a aceitação dos consumidores. Nesse trabalho, o suco de uva integral recebeu a maior nota de intenção de compra, com coloração bem pontuada.

A avaliação das características sensoriais de sucos de uva é uma importante medida para direcionar o processo produtivo, uma vez que permite a definição das qualidades e deficiências de cada bebida e auxilia na escolha das variedades de uvas mais adequadas para processamento. Além disso, por meio da realização de testes de aceitação pode-se conhecer as expectativas dos consumidores em relação ao produto elaborado e fazer uma previsão de sua inserção no mercado.

Exemplo disso é o trabalho desenvolvido por Borges et al. (2011), no qual os autores empregaram técnicas de análise sensorial para direcionar a produção de suco de uva integral, estudando diferentes cortes com o suco de uva Isabel, no intuito de melhorar seus atributos sensoriais. Por meio dos testes realizados foi possível observar que os cortes propostos com as uvas não influenciaram o aroma, sabor, corpo e impressão global das bebidas. Entretanto, algumas combinações tiveram melhora da coloração e por isso foram amostras melhor aceitas.

Nesse sentido, a análise sensorial é um recurso muito útil para avaliação de novos produtos ou de produtos tradicionais que tenham sofrido alterações. A Associação Brasileira de Normas Técnicas define a análise sensorial como uma disciplina empregada para medir, analisar e interpretar as reações sensoriais provocadas pelas características dos alimentos. As técnicas de análise sensorial

têm sido largamente empregadas para avaliar a qualidade de alimentos, sendo úteis para identificar e descrever as peculiaridades do produto avaliado (ABNT, 1998; OLIVEIRA; BENASSI, 2003).

Diversos testes sensoriais têm sido propostos para avaliação de alimentos. Os testes descritivos consistem na avaliação quantitativa e qualitativa das características sensoriais por uma equipe de julgadores treinados, que irão definir os atributos (aparência, sabor, aroma e textura) que caracterizam um produto, bem como sua intensidade (SILVA et al., 2012, 2014).

A Análise Descritiva quantitativa (ADQ) é um teste descritivo muito empregado para caracterização do perfil sensorial de alimentos. Esse método consiste na seleção e treinamento de provadores, que avaliam os alimentos empregando termos descritores definidos consensualmente por eles próprios, o que resulta em uma linguagem descritiva mais próxima à realidade do consumidor (BARNABÉ; VENTURINI FILHO; BOLINI, 2007).

Informações complementares às respostas obtidas pela análise descritiva quantitativa de um produto são fornecidas pelos testes afetivos. Os testes de aceitação são um dos métodos afetivos mais empregados para definir o quanto consumidores gostaram ou desgostaram de um produto, podendo representar uma prévia da aceitação desses produtos no mercado (MINIM, 2006; STONE; SIDEL, 1985).

3 CONCLUSÃO

A busca por hábitos de vida saudáveis estimula o crescente consumo de produtos que, além da função básica de nutrir, forneçam compostos bioativos capazes de agregar efeitos positivos sobre a saúde. Nesse contexto, o suco de uva apresenta-se como uma bebida fonte de compostos fenólicos de pronunciado poder antioxidante, cujo consumo regular demonstra favorecer a saúde.

A possibilidade de empregar na produção de sucos, uvas com composição físico-química variada, democratiza a vitivinicultura nacional, uma vez que é possível optar por cultivares com melhor adaptação às condições edafoclimáticas locais e de maior produtividade. Além disso, a utilização de diferentes uvas permite a obtenção de sucos com atributos sensoriais diferenciados, o que aumenta a aceitação da bebida por consumidores com diferentes expectativas.

REFERÊNCIAS

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

AGUIAR JÚNIOR, O. et al. Grape juice concentrate prevents oxidative DNA damage in peripheral blood cells of rats subjected to a high-cholesterol diet. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 105, n. 5, p. 694-702, Mar. 2011.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: functional foods. **Journal of The American Dietetic Association**, Philadelphia, v. 104, n. 5, p. 814-826, May 2004.

ANDRADE, E. R. et al. Evaluation of the potential protective effects of ad libitum black grape juice against liver oxidative damage in whole-body acute X-irradiated rats. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 49, n. 4, p. 1026-1032, Apr. 2011.

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

ANSELM, E. et al. Grape juice causes endothelium-dependent relaxation via a redox-sensitive Src- and Akt-dependent activation of eNOS. **Cardiovascular Research**, Oxford, v. 73, n. 3, p. 404-413, Jan. 2007.

ANTOLOVICH, M. et al. Methods for testing antioxidant activity. **Analyst**, London, v. 127, n. 1, p. 183-198, Jan. 2002.

ARAÚJO, J. L. P.; RAMALHO, P. J. P.; CORREIA, R. C. Mercados de uva de mesa e de vinho. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. (eds.). **A vitivicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa, 2009, cap. 18, p. 739-755.

ASAMI, D. K. et al. Comparison of the total phenolics and ascorbic acid content of the freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grow using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 5, p. 1237-1241, Jan. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14140. **Alimentos e bebidas**: análise sensorial, teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 18. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2007.

BAIL, S. G. et al. Characterization of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 108, n. 3, p. 1122-1132, June 2008.

BALDISSERA, P. **Projeto de lei n° 348/08**. Florianópolis, 2009. Disponível em:
<<http://www.alesc.sc.gov.br/proclgis/tramitacao.php?propnum=pl./0324.7/2008&proprtramitando=3&tipoapresentacao=3>>. Acesso em: 30 set. 2011.

BARNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W. G.; BOLINI, H. M. A. Análise descritiva quantitativa de vinhos produzidos com uvas Niágara Rosada e Bordô. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 122-129, abr./jun. 2007.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, jan./fev. 2006.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, maio/ago. 1999.

BORGES, R. S. et al. Avaliação sensorial de suco de uva cv. Isavel em cortes com diferentes cultivares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 584-591, out. 2011.

BOZKURT, H. S.; GÖGÜS, F.; EREN, S. Nonenzymic browning reactions in boiled grape juice and its models during storage. **Food Chemistry**, Kindlington, v. 64, n. 1, p. 89-93, Jan. 1999.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, Jan./Feb. 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 03 out. 2011.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n° 18, de 30 de abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 03 dez. 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/18_99.htm>. Acesso em: 06 set. 2011.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 2, de 07 de janeiro de 2002. Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 09 jan. 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/02_02rdc.htm>. Acesso em: 04 out. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 5 jun. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8918.htm>. Acesso em: 25 jun. 2011.

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

_____. **Suco de uva é alternativa de renda para produtores do Vale do São Francisco**. 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2010/11/26/suco-de-uva-e-alternativa-de-renda-para-produtores-do-vale-do-sao-francisco>>. Acesso em: 24 jun. 2011.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Uva**. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/uva>>. Acesso em: 04 jul. 2011.

BURIN, V. M. et al. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 1027-1032, out./dez. 2010.

BURNS, J. et al. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 12, p. 5797-5808, Oct. 2001.

CABRERA, S. G. et al. Effects of processing time and temperature on the quality components of campbell grape juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 33, n. 8, p. 347-360, June 2009.

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

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

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

CARERI, M. et al. Direct HPLC analysis of quercetin and *trans*-resveratrol in red wine, grape, and winemaking byproducts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 18, p. 5226-5231, July. 2003.

CASTAÑEDA-OVANDO, A. et al. Chemical studies of anthocyanins: a review. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 113, n. 4, p. 859-871, Apr. 2009.

CASTILLA, P. et al. Concentrated red grape juice exerts antioxidant, hypolipidemic, and antiinflammatory effects in both hemodialysis patients and healthy subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 84, n. 1, p. 252-262, July 2006.

CASTILLO-MUÑOZ, N. et al. Flavonol 3-O-glycosides series of *Vitis vinifera* cv. Petit Verdot red wine grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 1, p. 209-219, Dec. 2009.

CHOU, E. J. et al. Effect of ingestion of purple grape juice on endothelial function in patients with coronary heart disease. **The American Journal of Cardiology**, Oxford, v. 88, n. 5, p. 553-555, Sept. 2001.

COMARELLA, C. G. Polifenóis totais e avaliação sensorial de suco de uvas Isabel tratadas com ultrassom. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, p. 69-73, maio 2012.

DAL BOSCO, S. M. **A relação entre a ingestão de suco de uva e a variação dos níveis de colesterol e pressão arterial sistêmica em idosos**. 2006. 127 p. Dissertação (Mestrado em Gerontologia Biomédica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

DANI, C. et al. Antioxidant activity and phenolic and mineral content of rose grape juice. **Journal of Medicinal Food**, San Diego, v. 12, n. 1, p. 188-192, Mar. 2009a.

DANI, C. et al. Antioxidant and antigenotoxic activities of purple grape juice organic and conventional in adult rats. **Journal of Medicinal Food**, San Diego, v. 12, n. 5, p. 1111-1118, Oct. 2009b.

_____. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. **Food and Chemistry Toxicology**, Oxford, v. 45, n. 12, p. 2574-2580, Dec. 2007.

DÁVALOS, A.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. Antioxidant properties of commercial grape juices and vinegars. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 93, n. 2, p. 325-330, Nov. 2005.

DÁVALOS, A. et al. Effects of red grape juice polyphenols in NADPH oxidase subunit expression in human neutrophils and mononuclear blood cells. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 102, n. 8, p. 1125-1135, Oct. 2009.

_____. Quercetin is bioavailable from a single ingestion of grape juice. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Abingdon, v. 57, n. 5-6, p. 391-398, Aug./Sept. 2006a.

DÁVALOS, A. et al. Red grape juice polyphenols alter cholesterol homeostasis and increase LDL-receptor activity in human cells in vitro. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 136, n. 7, p. 1766-1773, July 2006b.

ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M. C. Optimization strategy and validation of one chromatographic method as approach to determine the phenolic compounds from different sources. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 897, n. 3, p. 161-170, Nov. 2000.

FANG, Y.; YANG, S.; WU, G. Free radicals, antioxidants, and nutrition. **Nutrition**, v. 18, n. 10, p. 872-879, Oct. 2002.

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

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 43, n. 1, p.61-68, jan./mar. 1997.

FLOEGEL, A. et al. Comparasion of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 24, n. 7, p. 1043-1048, Nov. 2011.

FOLTS, J. D. Antithrombotic potential of grape juice and red wine for preventing heart attacks. **Pharmaceutical Biology**, Oxford, v. 36, p. 21-27, Dec. 1998.

FRANKEL, E. N. et al. Commercial grape juices inhibit the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 3, p. 834-838, Feb. 1998.

FRANKEL, E. N.; MEYER, A. S. Antioxidants in grapes and grape juices and their potential health effects. **Pharmaceutical Biology**, Oxford, v. 36, p. 14-17, Dec. 1998.

_____. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biology antioxidants. **Journal of Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 13, p. 1925-1941, Oct. 2000.

FREI, B. Efficacy of dietary antioxidants to prevent oxidative damage and inhibit chronic disease. **Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 134, p. 3196-3198, Nov. 2004.

GANIC, K. K. et al. Antioxidant activity of malvasia istriana grape juice and wine. **Italian Journal of Food Science**, Pinerolo, v. 18, n. 2, p. 187-197, Apr. 2006.

GARDE-CERDÁN, T. et al. Effects of thermal and non-thermal processing treatments on fatty acids and free amino acids of grape juice. **Food Control**, Oxford, v. 18, n. 5, p. 473-479, May 2007.

GENOVA, G. et al. Temperature and storage effects on antioxidant activity of juice from red and white grapes. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 13-23, Jan. 2012.

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

GOLLÜCKE, A. P. B. et al. Evolution of major phenolic components and radical scavenging activity of grape juices through concentration process and storage. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 112, n. 4, p. 868-873, Feb. 2009.

GOLLÜCKE, A. P. B.; SOUZA, J. C. S.; TAVARES, D. Q. (+)-Catechin and (-)epicatechin levels of concentrated and ready-to-drink grape juices through storage. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n. 10, p.1855-1859, Oct. 2008.

_____. Sensory stability of Concord and Isabel concentrated grape juices during storage. **Journal of Sensory Studies**, Malden, v. 23, n. 3, p. 340-353, June 2008.

GURAK, P. D. et al. Quality evaluation of grape juice concentrated by reverse osmosis. **Journal of Food Engineering**, London, v. 96, n. 3, p. 421-426, Feb. 2010.

GÜRBÜZ, O. et al. Determination of flavan-3-ols and trans-resveratrol in grapes and wine using HPLC with fluorescence detection. **Food Chemistry**, Kindlington, v. 100, n. 2, p. 518-525, Jan. 2007.

HALLIWELL, B. Reactive species and antioxidants: redox biology is a fundamental theme of aerobic life. **Plant Physiology**, Rockville, v. 141, n. 2, p. 312-332, June 2006.

HASLER, C. M. Functional foods: benefits, concerns and challenges - a position. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 132, n. 12, p. 3772-3781, Dec. 2002.

HIRSCH, R. **São Francisco Valley irrigated fruit production: an interesting alternative for new investments**. [S.l.]: Rabobank, 2005.

HUANG, F.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, Feb. 2005.

IACOPINI, P. et al. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, in vitro antioxidant activity and interactions. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 21, n. 8, p. 589-598, Dec. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Programa de desenvolvimento setorial do suco de uva**. Bento Gonçalves, 2011a. Disponível em: <<http://www.sucodeuvadobrasil.com.br/programa-de-desenvolvimento-setorial>>. Acesso em: 01 fev. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Suco de sabor uva é o mais consumido no Brasil**. Bento Gonçalves, 2011b. Disponível em: <<http://www.sucodeuvadobrasil.com.br/noticias/suco-de-sabor-uva-e-o-mais-consumido-do-brasil>>. Acesso em: 24 jun. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **DOQ-CGCRE-008**: orientação sobre validação de métodos analíticos. Rio de Janeiro: INMETRO, 2010. 20p.

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

JOSEPH, J. A.; SHUKITT-HALE, B.; WILLIS, L. M. Grape juice, berries, and walnuts affect brain aging and behavior. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 139, n. 9, p. 1813-1817, Sept. 2009.

JUNG, K.; WALLIG, M. A.; SINGLETARY, K. W. Purple grape juice inhibits 7,12-dimethylbenz[a]anthracene (DMBA)-induced rat mammary tumorigenesis and in vivo DMBA-DNA adduct formation. **Cancer Letters**, Kidlington, v. 233, n. 2, p. 279-288, Feb. 2006.

KALIORA, A. C.; DEDOISSIS, G. V. Z.; SCHMIDT, H. Dietary antioxidants in preventing atherogenesis. **Atherosclerosis**, Amsterdam, v. 187, n. 1, p. 1-17, July 2006.

KEEVIL, J. G. et al. Grape juice, but not orange juice or grapefruit juice, inhibits human Platelet aggregation. **Human Nutrition and Metabolism Research Communication**, Oxford, v. 130, n. 1, p. 53-56, Jan. 2000.

KONDRASHOV, A. et al. The key role of grape variety for antioxidant capacity of red wines. **European Journal of Clinical Nutrition and Metabolism**, London, v. 4, n. 1, p. 41-46, Feb. 2009.

KRIKORIAN, R. et al. Concord grape juice supplementation improves memory function in older adults with mild cognitive impairment. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 103, n. 5, p. 730-734, Dec. 2010.

LANDBO, A.; MEYER, A. S. Ascorbic acid improves the antioxidant activity of European grape juices by improving the juices' ability to inhibit lipid peroxidation of human LDL in vitro. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 727-735, May 2001.

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

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 3, p. 293-303, set./dez., 2001.

LUCENA, A. P. S. et al. Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 23, n. 1, p. 30-36, Feb. 2010.

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

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em sucos de uva: composição e estabilidade. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, jan./jun. 2006.

MANACH, C. et al. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 81, n. 1, p. 230-242, Jan. 2005.

MATO, I.; SUÁREZ-LUQUE, S.; HUIDOBRO, J. F. A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. **Food Research International**, Kidlington, v. 43, n. 10, p. 1175-1188, Dec. 2005.

_____. Simple determination of main organic acids in grape juice and wine by using capillary zone electrophoresis with direct UV detection. **Food Chemistry**, Kindlington, v. 102, n. 1, p. 104-112, 2007.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2006**. Bento Gonçalves, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos>>. Acesso em: 22 jun. 2011.

_____. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2009**. Bento Gonçalves, 2010. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos>>. Acesso em: 23 jun. 2011.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2012**. Bento Gonçalves, 2013. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot137.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2014.

MICHIELS, C. et al. Importance of Se-glutathione peroxidase, catalase, and Cu/Zn-SOD for cell survival against oxidative stress. **Free Radical Biology & Medicine**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 235-248, Sept. 1994.

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

- MONTEIRO, J. M. et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 892-896, set./out. 2005.
- MULERO, J.; PARDO, F.; ZAFRILLA, P. Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 23, n. 6, p. 569-574, Sept. 2010.
- MULLEN, W.; MARKS, S. C.; CROZIER, A. Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 8, p. 3148-3157, Apr. 2007.
- MUÑOZ, S. et al. Determination of some flavan-3-ols and anthocyanins in red grape seed and skin extracts by HPLC-DAD: validation study and response comparison of different standards. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 628, n. 1, p. 104-110, Oct. 2008.
- MUÑOZ-ESPADA, A. C. et al. Anthocyanin quantification and radical scavenging capacity of Concord, Norton, and Marechal Foch grapes and wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 22, p. 6779-6786, Oct. 2004.
- NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva**. 2010. 203p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- NIJVELDT, R. J. et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 74, n. 4, p. 418-425, Oct. 2001.
- O'BYRNE, D. J. et al. Comparasion of the antioxidant effects of Concord grape juice flavonoid and α -tocoferol on markers of oxidative stress in healthy adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, n. 6, p. 1367-1374, Dec. 2002.

OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. T. Perfil livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 468-472, jul./set. 2003.

ORDUÑA, R.M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. **Food Research International**, Kidlington, v. 43, n. 7, p. 1844-1855, Aug. 2010.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis in nutrient of foods**. London: Academic, 1978. 158 p.

OSMAN, H. E. et al. Grape juice but not orange or grapefruit juice inhibits platelet activity in dogs and monkeys (*Macaca fascicularis*). **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 12, p. 2307-2312, Dec. 1998.

PAREJO, I. et al. Development and validation of a high-performance liquid chromatographic method for the analysis of antioxidative phenolic compounds in fennel using a narrow bore reversed phase C18 column. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 512, n. 2, p. 271–280, June 2004.

PARK, Y. K. et al. Daily grape juice consumption reduces oxidative DNA damage and plasma free radical levels in healthy Koreans. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 529, n. 1/2, p. 77-86, Aug. 2003.

PARK, Y. K.; KIM, J.; KANG, M. Concord grape juice supplementation reduces blood pressure in Korean hypertensive men: double-blind, placebo controlled intervention trial. **BioFactors**, Oxford, v. 22, n. 1/4, p. 145-147, Jan. 2004.

PEZZUTO, J. M. Grapes and human health: a perspective. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 16, p. 6777-6784, July 2008.

POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778 p.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M. **A viticultura brasileira: realidade e perspectivas.** Belo Horizonte: Epamig, 2002.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, Amsterdam, v. 26, n. 9, p. 1231-1237, May 1999.

RECAMALES, A. F. et al. The effect of time and storage conditions on the phenolic composition and colour of white wine. **Food Research International**, Kidlington, v. 39, n. 2, p. 220-229, Mar. 2006.

RHO, K. A.; KIM, M. K. Effects of different grape formulations on antioxidative capacity, lipid peroxidation and oxidative DNA damage in aged rats. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, Tokyo, v. 52, n. 1, p. 33-46, Feb. 2006.

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

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

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola Bento Gonçalves.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 24p.

ROCKENBACH, I. I. et al. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca*.) widely produced in Brazil. **Food Chemistry**, Kindlington, v. 127, n. 1, p. 174-179, July 2011.

ROSS, J. A.; KASUM, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects and safety. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 22, p. 19-34, July 2002.

ROVER JÚNIOR, L. et al. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutatona associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 112-119, jan./fev. 2001.

ROWE, C. A. et al. Regular consumption of concord grape juice benefits human immunity. **Journal of Medicinal Food**, San Diego, v. 14, n. 1/2, p. 69-78, Jan. 2011.

SANTOS, L. P. et al. Phenolic compounds and fatty acids in different parts of *Vitis labrusca* and *V. vinifera* grapes. **Food Research International**, Kidlington, v. 44, n. 5, p. 1414-1418, June 2011.

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

SHANMUGANAYAGAM, D. et al. Concord grape juice attenuates platelet aggregation, serum cholesterol and development of atheroma in hypercholesterolemic rabbits. **Atherosclerosis**, Amsterdam, v. 190, n. 1, p. 135-142, Jan. 2007.

SHUKITT-HALE, B. et al. Effects of concord grape juice on cognitive and motor deficits in aging. **Nutrition**, Los Angeles, v. 22, n. 3, p. 295-302, Mar. 2006.

SILVA, R. C. S. N. et al. Optimized descriptive profile: a rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 24, n. 1, p. 190-200, Apr. 2012.

SILVA, R. C. S. N. et al. Number of judges necessary for descriptive sensory tests. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 31, p. 22-27, Jan. 2014.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. In: PACKER, L. **Methods in Enzymology**. London: Academic Press, 1999. cap. 14, p. 152-178.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, Sept. 1965.

SIRIWOHARN, T. et al. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus L. Hybrids*) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 26, p. 8021-8030, Dec. 2004.

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

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

SOYER, Y.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 16, n. 5, p. 629-636, Oct. 2003.

SPEROTTO, J. **Projeto de lei nº 16/2009**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://proweb.procergs.com.br/Diario/DA20090805-01-100000/EX20090805-01-100000-PL-16-2009.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2011.

SPIER, A. P. et al. Effects of resveratrol and purple grape juice on nucleotide hydrolysis. **Food Chemistry**, Kindlington, v. 103, n. 2, p. 565-571, 2007.

STALMACH, A. Identification of (poly)phenolic compounds in concord grape juice and their metabolites in human plasma and urine after juice consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, n. 17, p. 9512-9522, Aug. 2011.

STEIN, J. H. et al. Purple grape juice improves endothelial function and reduces the susceptibility of LDL cholesterol to oxidation in patients with coronary artery disease. **Circulation**, New York, v. 100, n. 10, p. 1050-1055, Sept. 1999.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. London: Academic, 1985. 311 p.

TABART, J. et al. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 113, n. 4, p. 1226-1233, Apr. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

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

TENORE, G. C. et al. Antioxidant profile and in vitro cardiac radical-scavenging versus pro-oxidant effects of commercial red grape juices (*Vitis vinifera* L. cv. Aglianico N.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 26, p. 9680-9687, Sept. 2012.

UNIÃO BRASILEIRA DE VITIVINICULTURA. **Comercialização de vinhos e derivados elaborados no RS de 2008 a 2013, mercado interno e externo, em litros**. Bento Gonçalves, 2014. Disponível em: <<http://www.uvibra.com.br/pdf/comercializacao2008a2013.pdf>>. Acesso em: 01. fev. 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National nutrient database for standard reference**. Disponível em: <<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2320?fg=&format=&offset=&sort=>>. Acesso em: 04 fev. 2014.

VALKO, M. et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, Amsterdam, v. 39, n. 1, p. 44-84, 2007.

VARGAS, P. N.; HOLZEL, S. C.; ROSA, C. S. Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 11-15, jan./mar. 2008.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. v. 2.

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

VITRAC, X. et al. Determination of stilbenes (*ä*-viniferin, trans-astringin, trans-piceid, cis- and trans-resveratrol, e-viniferin) in brazilian wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 14, p. 5664-5669, July 2005.

_____. Direct liquid chromatographic analysis of resveratrol derivatives and flavanonols in wines with absorbance and fluorescence detection. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 458, n.1, p. 103-110, Apr. 2002.

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

WOLFE, K. L.; LIU, R. H. Structure-activity relationships of flavonoids in the cellular antioxidant activity assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 18, p. 8404-8411, Aug. 2008.

SEGUNDA PARTE
ARTIGOS

ARTIGO 1

**Validação do clássico método de Folin-Ciocalteu para determinação de
fenólicos totais em suco de uva**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi a otimização da etapa de extração de compostos fenólicos e a validação intra-laboratorial do método de Folin-Ciocalteu para quantificação de fenólicos em sucos de uva. Os fatores estudados na extração foram: solvente (água ou acetona 70% ou acetona 70% e metanol 40%), tempo de repouso (20, 40 ou 60 minutos) e número de extrações sequenciais (1 ou 2). Os parâmetros de desempenho do método foram estabelecidos por ensaios com solução padrão de ácido gálico, amostras adicionadas e não adicionadas. As condições otimizadas para a extração foram: 2 baterias sequenciais de extração, empregando acetona 70% e tempo de repouso de 20 minutos. Linearidade, efeito de matriz, precisão, recuperação, limites de detecção e quantificação foram avaliados. Linearidade foi demonstrada entre 1,20 e 7,30 g L⁻¹ de fenólicos em suco de uva e efeito de matriz não foi observado nessa faixa. A recuperação média obtida para amostras adicionadas de 1,2 g L⁻¹ foi de 85% e para adição de 2,4 g L⁻¹ foi de 87%. O desvio padrão relativo sob condições de repetibilidade e precisão intermediária foram 2,4% e 4,6%, 5,7% e 8,5% e 4,0% e 8,5% para os níveis 3,6, 4,6 e 6,0 g L⁻¹, respectivamente. Os limites de detecção e quantificação teóricos obtidos em experimentos com branco de solvente foram 0,65 e 0,71 g L⁻¹, respectivamente. Os resultados do processo de validação demonstraram que o método Folin-Ciocalteu é adequado para determinação de fenólicos totais em sucos de uva.

Palavras-chave: Desempenho analítico. Método Folin-Ciocalteu. Extração. Otimização. Sucos de uva.

ABSTRACT

The aim of this study was the optimization of the extraction step of phenolic compounds and the in-house validation of the Folin-Ciocalteu method for quantification of phenolics in grape juice. The studied factors for the extraction were: solvent (water or acetone 70% or acetone 70% and methanol 40%), standing time (20, 40 or 60 minutes) and number of sequential batches of extraction (1 or 2). The performance characteristics of the method were established by assays with standard solutions of gallic acid, spiked and unspiked samples. The optimized conditions for the extraction were: 2 sequential batches of extractions, employing acetone 70% and 20 minutes of standing time. Linearity, matrix effects, precision, recovery, detection and quantification limits were evaluated. Linearity was demonstrated between 1.20 and 7.30 g L⁻¹ of phenolics in juice and no significant matrix effects were observed in this range. Mean recoveries obtained for spiked samples at 1.2 g L⁻¹ were 85.0% and for 2.4 g L⁻¹ was 87.0%. The relative standard deviation under repeatability and intermediate precision conditions were 2.4 and 4.6%, 5.7 and 8.5% and 4.0 and 8.5% for the levels 3.6, 4.6 and 6.0 g L⁻¹, respectively. The theoretical limits of detection and quantification obtained in experiments with solvent blanks were 0.65 and 0.71 g L⁻¹, respectively. The results of the validation process demonstrated that the Folin-Ciocalteu method is suitable for determination of total phenolics in grape juice.

Key words: Analytical performance. Folin-Ciocalteu method. Extraction. Optimization. Grape juices.

1 INTRODUÇÃO

Os compostos fenólicos são considerados o maior grupo de antioxidantes naturais, com cerca de 8.000 substâncias diferentes, produzidas pelo metabolismo secundário de diversas plantas, como as videiras. A síntese pode ser influenciada por fatores bióticos e abióticos, como técnicas de cultivo, exposição ao sol e estresse hídrico. Atualmente, os compostos fenólicos são uma das classes de substâncias fitoquímicas mais extensivamente estudadas, especialmente pelos benefícios para a saúde promovidos por sua atividade antioxidante (CADOT; CHEVALIER; BARBEAU, 2012; CAPANOGLU et al., 2013; DANI et al., 2007; KONDRASHOV et al., 2009).

A ingestão de compostos fenólicos pode variar bastante de acordo com os hábitos alimentares de uma população, podendo chegar a 1 g por dia. As uvas e seus produtos derivados, como o suco e o vinho são uma das principais fontes dietéticas. Além de atuarem como moléculas biofuncionais, os compostos fenólicos presentes no suco de uva ainda contribuem para a definição de suas características sensoriais, como sabor, coloração, adstringência e aroma (KONDRASHOV et al., 2009; RECAMALES et al., 2006; ROCKENBACH et al., 2011).

Encontram-se disponíveis na literatura científica diversas metodologias para a identificação e quantificação de compostos fenólicos em alimentos (ÂNGELO; JORGE, 2007; MUÑOZ et al., 2008). Os métodos espectrofotométricos são bastante utilizados para fazer a estimação inicial do teor de compostos fenólicos em diversas matrizes alimentares (PAREJO et al., 2004). Dentre eles, destaca-se o clássico método de Folin-Ciocalteu, metodologia largamente utilizada para quantificação de compostos fenólicos por apresentar uma série de vantagens, como: utilização de equipamentos comuns, simplicidade de execução e baixo custo. Além disso, este método fornece uma

resposta quantitativa que pode ser comparada com outros trabalhos (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999).

O método de Folin-Ciocalteu foi proposto por Singleton e Rossi em 1965 como uma alternativa à metodologia descrita por Folin e Denis em 1912, no intuito de corrigir algumas fragilidades deste procedimento analítico, como: formação de precipitados, ocorrência de desvios à Lei de Lambert-Beer e variação considerável entre diferentes análises mesmo em condições semelhantes. Originalmente, o método de Folin-Ciocalteu foi proposto para estimar o teor de fenólicos totais em vinhos (SINGLETON; ROSSI, 1965).

A metodologia de Folin-Ciocalteu baseia-se na redução do ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico pelas hidroxilas fenólicas, produzindo um complexo de coloração azul que pode ser mensurado espectrofotometricamente a 760 nm (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999). Uma curva de calibração deve ser construída para estimar a concentração fenólica de amostras, sendo recomendada a utilização do ácido gálico como padrão analítico, por apresentar melhor estabilidade, solubilidade satisfatória e baixo custo baixo (SINGLETON; ROSSI, 1965).

Em estudos que visam à quantificação de fenólicos totais em sucos de uva, o método de Folin-Ciocalteu é a metodologia mais frequentemente empregada, como pode-se observar na Tabela 1. Entretanto, os trabalhos que utilizam o método de Folin-Ciocalteu em suco de uva não são consensuais em relação à execução do protocolo analítico, sendo muitas vezes executados com diversas modificações. Além disso, muitos trabalhos não detalham o procedimento analítico e em outros casos não deixam claro que o método foi executado com adaptações diversas modificações ao referenciar a metodologia empregada.

Tabela 1 Características analíticas do método de Folin-Ciocalteu executado em estudos com sucos de uva

Amostra	Suco de uva Campbell Early (<i>Vitis labrusca</i>)	Suco de uva rosé Goethe (<i>Vitis labrusca</i>)	Sucos de uvas tintas Sangiovese e branca Muscat (<i>Vitis vinifera</i>)	Suco de uvas tintas Aglianico (<i>Vitis vinifera</i>)	Suco de uva tinto e branco comerciais
Origem	Coreia do Sul	Não especifica	Itália	Sul da Itália	Não especifica
Método citado	Singleton e Rossi (1965), com modificações	Singleton e Rossi (1965), com modificações	Singleton e Rossi (1965) com modificações	Singleton e Rossi (1965) com modificações	Singleton e Rossi (1965)
Extração da amostra	Não realiza	Não descreve	Não descreve	Liofilização e suspensão em água	Não descreve
Folin-Ciocalteu	Solução a 11%	Não detalha	Solução pura	Solução pura	Não detalha
Carbonato de sódio	Solução a 20%	Não detalha	Solução a 10%	Solução a 7%	Não detalha
Repouso para reação	30 minutos	Não detalha	120 minutos	90 minutos	Não detalha
Curva padrão	Não detalha	Não detalha	Não detalha	20, 40, 60, 80 e 100 mg L ⁻¹	Não detalha
Padrão analítico	Ácido gálico	Catequina	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico
Leitura	725 nm	Não detalha	765 nm	765 nm	Não detalha
Parâmetros de desempenho	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Teor de fenólicos (g L⁻¹)	1,36	156,60	0,12 a 0,36	Aproximadamente 10,00	Branco (0,15 a 0,47) e tintos (0,71 a 1,18)
Referência	<i>Cabrera et al. (2009)</i>	<i>Dani et al. (2009a)</i>	<i>Genova et al. (2012)</i>	<i>Tenore et al. (2012)</i>	<i>Dávalos, Bartolomé, Gómez-Cordovés (2005)</i>

Tabela 1, conclusão

Amostra	Sucos de uva tintos e branco comerciais	Sucos de uva tintos comerciais	Sucos de uva Isabel (<i>Vitis labrusca</i>)	Suco de uva Malvasia istriana (<i>Vitis vinifera</i>)	Suco de uva concentrado (Isabel e Concord)
Origem	Brasil (Rio Grande do Sul)	Brasil (Santa Catarina)	Brasil (Rio Grande do Sul)	Croácia	Brasil (Rio Grande do Sul)
Método citado	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)	Singleton e Rossi (1965)
Extração da amostra	Não realiza	Não descreve	Não descreve	Não descreve	Amostra foi centrifugada
Folin-Ciocalteu	Solução a 10%	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Carbonato de sódio	Solução a 75%	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Repouso para reação	Banho-maria a 50°C por 5 minutos.	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Curva padrão	0,05; 0,10; 0,15; 0,25 e 0,5 g L ⁻¹	Não detalha	Não detalha	Não detalha	Não detalha
Padrão analítico	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico	Ácido gálico
Leitura	765 nm	Não detalha	765 nm	Não detalha	760 nm
Parâmetros de desempenho	Coefficiente de correlação (0,9978)	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Teor de fenólicos (g L⁻¹)	0,31 a 0,51	0,23 a 3,43	0,55 a 1,00	0,23 a 0,31	1,43 a 2,87
Referência	<i>Vargas, Holzel, Rosa (2008)</i>	<i>Burin et al. (2010)</i>	<i>Comarella et al. (2012)</i>	<i>Ganic et al. (2006)</i>	<i>Gollücke et al. (2009)</i>

De acordo com documento de orientação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2010), a validação de métodos analíticos deve ser realizada sempre que forem utilizados métodos não normalizados ou quando métodos normalizados estiverem sendo usados fora dos escopos para os quais foram concebidos.

Considerando que o método de Folin-Ciocalteu foi originalmente proposto para quantificação de compostos fenólicos em vinhos (SINGLETON; ROSSI, 1965), sua aplicação em sucos de uva só deveria ser feita após avaliar o desempenho analítico para essa nova matriz. Na Tabela 2 pode-se observar que a avaliação de parâmetros de desempenho do método de Folin-Ciocalteu não é um critério abordado. Sabe-se que o processo de validação é fundamental para avaliar a conformidade de métodos analíticos empregados na prática laboratorial (INMETRO, 2010), assegurando sua adequação em relação à finalidade proposta e garantindo a confiabilidade dos resultados gerados.

Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de validar o método de Folin-Ciocalteu para quantificação de fenólicos em sucos de uva e propor uma marcha analítica otimizada para elaboração de extratos fenólicos nesta bebida.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostra

Uvas tintas da variedade Alicante Bouschet (*Vitis vinifera*) cultivadas no ano de 2011 na cidade de Petrolina – PE (Latitude 09°09'S e Longitude 40°24'W), localizada no VSF foram usadas para produção experimental dos sucos integrais. A elaboração dos sucos empregou a técnica de extração à vapor proposta por Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998) e foi conduzida no

Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido (Petrolina – PE). As uvas foram degranadas, higienizadas em solução de hipoclorito de sódio (200 mg L^{-1}) e mantidas em panela extratora a $75^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 1 h. Em seguida, os sucos foram sulfitados com 0,8 g metabissulfito de potássio (Synth, Diadema, Brazil) por litro de suco, engarrafados e mantidos em adega à $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises.

2.2 Reagentes e soluções

Acetona, metanol e carbonato de sódio foram adquiridos da Vetec Química Fina Ltda (Rio de Janeiro, Brasil). Reagente de Folin-Ciocalteu e padrão de ácido gálico foram fornecidos pela Sigma (United Kingdom). Água ultrapura foi obtida em sistema de filtração Purelab Option Q Elga (USA). As soluções de trabalho foram preparadas diariamente.

2.3 Instrumentação

Para realização das análises empregou-se espectrofotômetro UV-Visível Micronal, modelo AJX-1900I (São Paulo, Brasil) e centrífuga Sigma, modelo 2K15 (Osterode am Harz, Alemanha). Cubetas de vidro foram utilizadas para as leituras. Todas as vidrarias volumétricas e equipamentos de medição utilizados possuíam certificado de calibração emitido por laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Calibração do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

2.4 Procedimento analítico

O método validado foi baseado no protocolo desenvolvido por Singleton e Rossi (1965) para determinação de compostos fenólicos em vinhos. Em tubos falcons, pipetou-se uma alíquota de 1 mL de solução fenólica (extrato de amostra ou solução padrão de ácido gálico) e 5 mL de solução de Folin-Ciocalteu a 10%, que foram homogeneizados em vórtex por 5 segundos. Entre 1 e 8 minutos adicionou-se 4 mL de solução de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi novamente homogeneizada em vórtex e os tubos foram mantidos em repouso ao abrigo da luz por 2 h, em temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. As leituras foram feitas a 760 nm.

2.5 Otimização da extração

A extração dos fenólicos do suco de uva foi baseada no procedimento proposto por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). A otimização da extração proposta pelos autores foi feita por meio de um experimento com delineamento fatorial $3 \times 3 \times 2$, no qual foram avaliados os seguintes fatores: tipo de solvente, tempo de repouso e número de extrações, gerando ao final 18 tratamentos. Dentro de cada fator, foram estudados os seguintes níveis: i) tipo de solvente: A (água), B (solução de acetona 70%) e C (solução de acetona 70% e metanol 40%, na proporção 1:1), ii) tempo de repouso: 20, 40 e 60 min e iii) formas de extrações sequenciais (1 ou 2).

Para tratamentos com extração única, adotou-se a seguinte marcha analítica: em um eppendorf foi adicionado 125 μL de suco de uva e 2.375 μL de solvente (A ou B ou C), obtendo-se uma proporção de 1:20. A mistura foi homogeneizada em vórtex por 5 segundos e mantida em repouso (20 ou 40 ou

60 min). Após esse período, realizou-se a centrifugação a 4.100 rpm, durante 15 min a 7°C. O sobrenadante resultante foi coletado.

Nos tratamentos com duas extrações, adotou-se o seguinte procedimento: em um tubo falcon foi adicionado 125 µL de suco e 1.187 µL de solvente (A ou B ou C), obtendo-se uma proporção de 1:10,5. A mistura foi homogeneizada, mantida em repouso e centrifugada nas condições anteriormente descritas. O sobrenadante foi coletado e ao precipitado adicionou-se 1.187 µL do solvente correspondente, procedendo-se da maneira já descrita. O sobrenadante resultante foi incorporado ao primeiro extrato. O método de Folin-Ciocalteu foi utilizado para quantificar os fenólicos totais nos dezoito extratos elaborados. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

2.6 Validação intra-laboratorial

Os parâmetros de desempenho do método foram estabelecidos por ensaios com soluções padrão de ácido gálico, amostras nativas e adicionadas. Linearidade, efeito de matriz, veracidade, precisão em condições de repetibilidade e reprodutibilidade e limites de detecção e quantificação teóricos foram os parâmetros avaliados conforme recomendações de Thompson, Elisson e Wood (2002). Para as análises estatísticas, adotou-se como significância $\alpha = 0,05$.

2.6.1 Linearidade

A linearidade foi analisada segundo os procedimentos propostos por Souza e Junqueira (2005). Foi preparada uma curva padrão de ácido gálico com seis níveis de concentração: 1,50; 3,00; 4,50; 6,00; 7,50 e 9,00 µg mL⁻¹

(correspondentes a 1,20; 2,40; 3,60; 4,80; 6,00 e 7,2 g L⁻¹ de fenólicos totais em suco de uva). Para cada nível, foram feitas três replicatas independentes, que foram analisadas em ordem aleatória. Brancos foram preparados em triplicata, mas não foram incluídos na análise da regressão.

Os parâmetros da regressão foram estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MMQO). Gráficos com os resíduos da regressão foram construídos para análise de perfis óbvios. Foram considerados *outliers* valores fora da faixa $\pm t_{(0,975;n-2)}s_{\text{res}}$, sendo s_{res} o desvio padrão dos resíduos da regressão. Os *outliers* foram tratados pelo teste de resíduos padronizados de Jackknife, sendo adotada uma exclusão máxima de 22% dos dados originais. As premissas da regressão foram checadas pelas seguintes análises: teste de Ryan e Joiner (normalidade dos resíduos), teste de Durbin e Watson (independência), teste de Levene modificado (homoscedasticidade). O ajuste da curva ao modelo linear foi verificado pela aplicação do teste de F.

2.6.2 Efeito de matriz

O método de adição de padrão foi empregado para avaliar o efeito de matriz. Foram preparadas duas curvas de calibração (usual e matrizada) com seis níveis de concentração em triplicata, analisados aleatoriamente na mesma bateria analítica. A curva usual foi construída conforme procedimento descrito no item 2.6.1. Para a curva matrizada, foi adicionado 250 μL de extrato de suco de uva a 100, 200, 300, 400, 500 e 600 μL de solução padrão de ácido gálico 150 $\mu\text{g mL}^{-1}$, sendo o volume completado para 1.000 μL . Os brancos de cada curva foram preparados em triplicata, mas não foram incluídos na análise da regressão. MMQO foi usado para estimar os parâmetros da regressão e as premissas foram examinadas seguindo os procedimentos descritos anteriormente.

As inclinações das curvas usual e matrizada foram comparadas pelo Teste de t. A comparação das intercessões das curvas não foi feita visto que a amostra possuía uma concentração nativa de fenólicos.

2.6.3 Veracidade, precisão e limites de detecção e quantificação

Para analisar a veracidade e precisão, foram preparadas doze replicatas independentes de amostras de suco de uva com e sem adição de analito, totalizando 3 níveis de concentração (amostra nativa e dois níveis de adição). Para cada nível de concentração estudado, as replicatas foram divididas em 4 baterias analíticas, avaliadas em dias diferentes por 2 analistas. Antes da etapa de extração, as amostras tiveram adição de dois níveis de concentrações de solução de ácido gálico: nível 1 e nível 2 (adição de 1,2 e 2,4 g L⁻¹ de fenólicos totais em suco de uva, respectivamente). Uma curva de calibração usual foi preparada para calcular a concentração de analito nas amostras.

A avaliação da veracidade e precisão foi feita conforme procedimento descrito por Souza, Pinto e Junqueira (2007). O teste de Grubbs foi empregado para identificação de *outliers*. A inexatidão foi avaliada pela recuperação média, assumindo como satisfatórios resultados entre 80% e 110%, segundo critérios estabelecidos pela European Commission para fração de massa > 10 µg kg⁻¹ (EC, 2002). As premissas de normalidade (teste de Ryan e Joiner) e homoscedasticidade (teste de Levene modificado) foram checadas e os dados foram submetidos à ANOVA, para estimar o desvio padrão relativo sob condições de repetibilidade (DPR_r) e precisão intermediária (DPR_R). O DPR_R aceitável foi estimado pela equação de Horwitz e valores de DPR_r de até 2/3 do DPR_R foram considerados satisfatórios.

Devido à indisponibilidade de suco de uva sem compostos fenólicos, os limites de quantificação e detecção teóricos foram estabelecidos pelo desvio

padrão obtidos para dez replicatas de branco de solvente. Os limites de detecção e quantificação foram calculados como a média da leitura das replicatas de branco de solvente mais três e dez desvios padrões, respectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Otimização da extração

Na Figura 1 é apresentado o Gráfico de Pareto ($\alpha = 0,05$) com os fatores estudados na otimização da extração de fenólicos totais em suco de uva e suas respectivas interações.

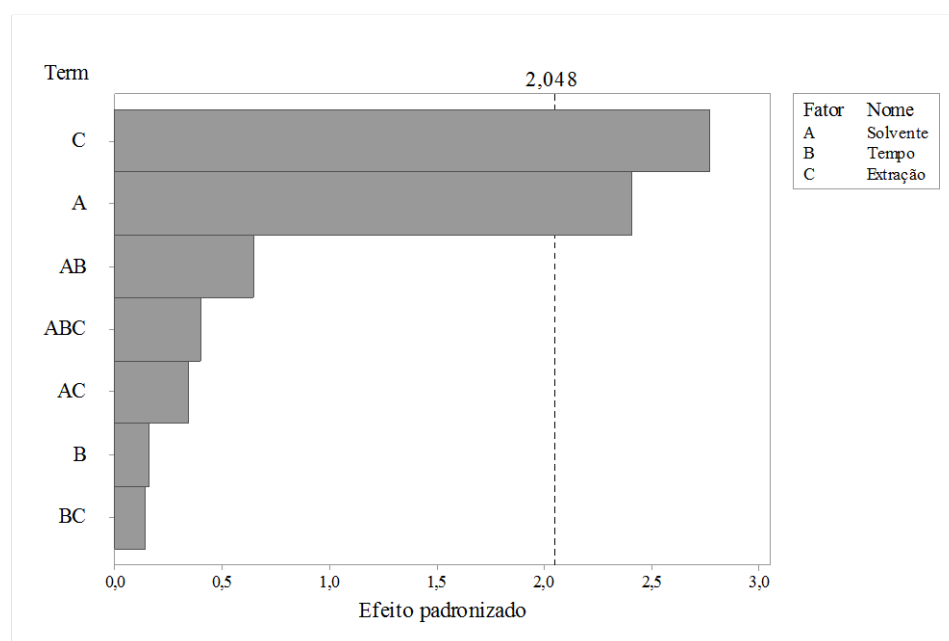


Figura 1 Gráfico de Pareto com os fatores estudados na otimização da extração de fenólicos totais em suco de uva

É possível observar que apenas o fator solvente e extração foram significativos, pois as respectivas barras ultrapassaram o valor crítico de 2,048. Tempo de repouso e interações entre os fatores estudados no delineamento fatorial não apresentaram diferença significativa. Como o tempo de repouso não influenciou a extração de fenólicos, foi feito um teste adicional comparando 20 minutos de repouso com ausência de repouso. O teste de t foi aplicado e indicou que neste caso, houve diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que o repouso de 20 minutos resultou em uma maior extração de compostos fenólicos.

Pelo fato do tipo de solvente e modo de extração terem influenciado o teor de fenólicos extraídos, foi aplicado o Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para identificar o melhor tratamento. Em relação ao tipo de solvente, observou-se que o solvente A (água) apresentou o pior desempenho, extraindo o menor teor médio de fenólicos do suco ($2,50 \text{ g L}^{-1}$). O emprego do solvente B (acetona 70%) e C (acetona 70% e metanol 40%, na proporção de 1:1) foram superiores ao solvente A na extração dos compostos fenólicos e não apresentaram diferença significativa entre si ($2,81$ e $2,68 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente). Nesse caso, optou-se pela utilização do solvente B, que sendo uma solução elaborada apenas com acetona, dinamiza o processo analítico de extração.

Resultados similares aos encontrados neste estudo foram descritos por Rockenbach et al. (2008), que avaliaram a influência de diferentes solventes (água, etanol e acetona, em diferentes diluições) na extração de compostos fenólicos em bagaços de uva. Os autores identificaram que acetona 50% e 70% foram mais eficientes na extração dos compostos fenólicos. Da mesma forma, Yilmaz e Toledo (2006) pesquisaram a capacidade de extração de fenólicos de semente de uva empregando diferentes soluções a base de acetona, etanol e metanol e inferiram que misturas aquosas de acetona demonstraram poder extrator superior. Comparando a eficiência de diferentes concentrações de

acetona, Soares et al. (2008) observaram que solução acetona 75% exibiu melhor capacidade de extrair fenólicos de cascas de uvas.

Avaliando o efeito do número de extrações, foi demonstrado que a realização de duas extrações sequenciais mostrou-se significativamente superior à extração única, sendo observado uma concentração média de $2,58 \text{ g L}^{-1}$ de fenólicos nos tratamentos com uma etapa e uma concentração média de $2,75 \text{ g L}^{-1}$ de fenólicos nos tratamentos com extração dupla. Diante disso, a marcha analítica foi otimizada duas extrações sequenciais. Considerando os demais fatores avaliados no delineamento, foi possível afirmar que o tratamento com 20 minutos de repouso, emprego de solução de acetona 70% como solvente e duas extrações sequenciais apresentou o melhor desempenho na extração de compostos fenólicos em suco de uva.

3.2 Validação

3.2.1 Linearidade

Na Figura 2 é apresentado o gráfico exploratório com a distribuição dos resíduos (e_i) da regressão da curva usual de ácido gálico proposta para avaliação da linearidade do método. Pelo teste de resíduos padronizados Jackknife foi identificada a presença de um *outlier* no sexto nível de concentração ($9,00 \mu\text{g mL}^{-1}$), que foi devidamente removido. No teste de Ryan-Joiner obteve-se um coeficiente de correlação de 0,9855, com valor crítico de 0,9559 ($p > 0,10$), indicando que os resíduos seguem a distribuição normal.

A independência dos dados foi confirmada pelo teste de Durbin-Watson, cuja estatística calculada foi de 2,29 ($p > 0,05$). A distribuição dos resíduos está representada na Figura 3, na qual pode-se observar a independência dos dados.

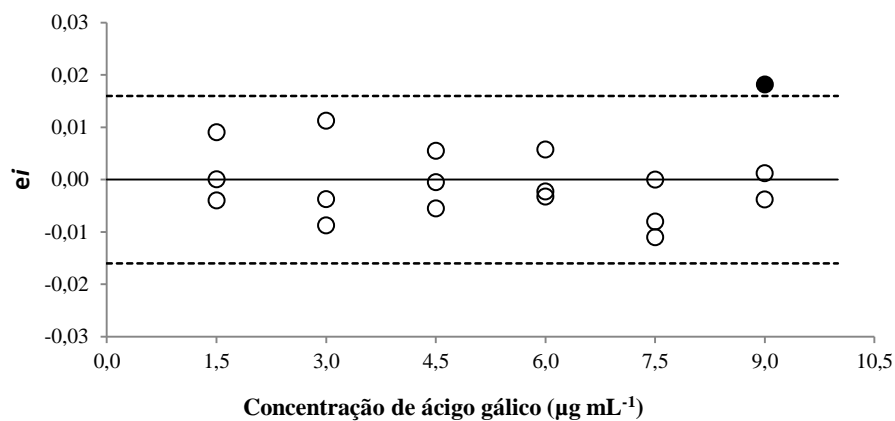


Figura 2 Gráfico exploratório dos resíduos da regressão obtidos na curva usual de ácido gálico. e_i (resíduo da regressão); •(outlier); ---- ($\pm t_{(0,975;n-2)}S_{res}$)

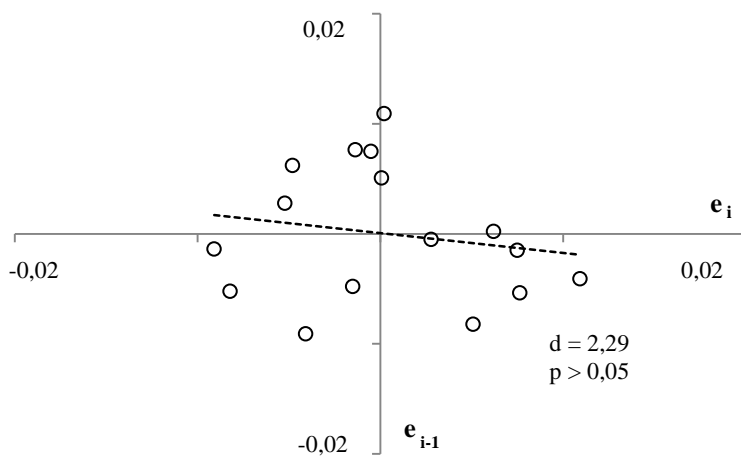


Figura 3 Gráfico de Durbin-Watson da curva usual de ácido gálico. e_i (resíduo da regressão); d (estatística de Durbin-Watson); p (significância)

A estatística t de Levene (0,86) não foi significativa ($p > 0,05$), comprovando a homoscedasticidade, ou seja, a variabilidade dos resíduos nas concentrações estudadas foi constante (Figura 4).

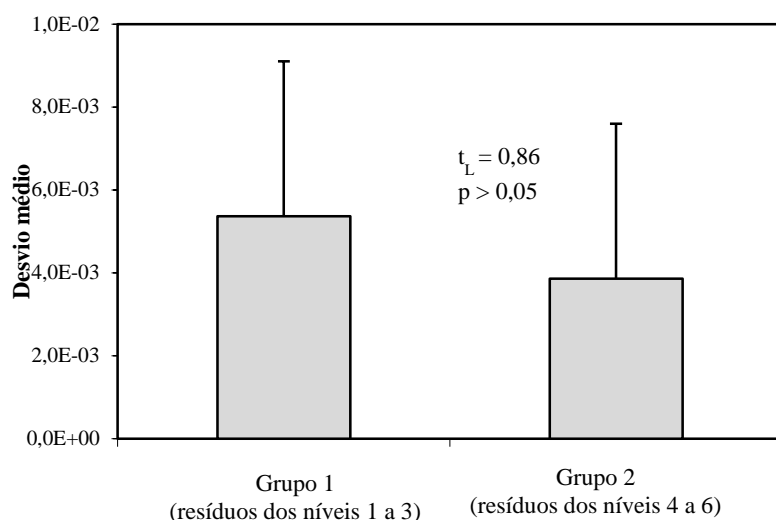


Figura 4 Demonstração gráfica da homogeneidade das variâncias da curva usual de ácido gálico, obtida pelo teste de Levene modificado

Com todas as premissas do MMQO confirmadas, os dados foram submetidos à ANOVA, na qual foi confirmada a significância da regressão ($p < 0,001$) e a ausência de desvio significativo da linearidade ($p > 0,05$). Thompson, Ellison e Wood (2002) destacam a importância da avaliação da linearidade pela análise de variância e não apenas com base no R^2 , o que é uma prática habitual na rotina de diversos laboratórios analíticos. Segundo os autores, utilizar o R^2 para verificar a adequação do modelo linear é uma conduta inapropriada e por isso não deve ser usada. Portanto, os parâmetros avaliados confirmaram a linearidade da curva usual na faixa de concentração de analito de 1,50 a 9,00 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Na Figura 5 é representado o gráfico final da linearidade da curva usual de ácido gálico, bem como a equação da reta e seu respectivo coeficiente de determinação (R^2).

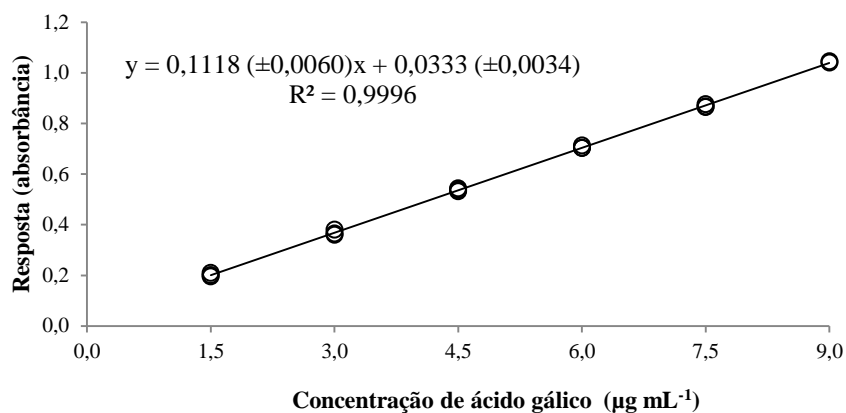


Figura 5 Gráfico final da linearidade da curva usual de ácido gálico

3.2.2 Efeito de matriz

Todas as premissas da regressão linear foram confirmadas para a curva usual e matrizada construídas com seis níveis de concentração de ácido gálico (1,50 a 9,00 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Contudo, a comparação da inclinação das retas pelo Teste de t apontou efeito de matriz ($p < 0,001$), o que não foi observado quando as curvas foram ajustadas para cinco níveis de concentração de analito ($p > 0,05$), na faixa de 1,50 a 7,50 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999) afirmaram que alguns nutrientes com capacidade redutora podem atuar como interferentes do método de Folin-Ciocalteu. Os açúcares, em especial a frutose, quando presentes em níveis elevados, podem interferir na quantificação de fenólicos, sendo até proposta uma correção para amostras com teores de açúcares elevados. Como o

suco de uva é uma bebida com altas concentrações de frutose e glicose, acredita-se que isso tenha contribuído para o efeito de matriz observado em níveis de concentração superiores.

Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes ao estudo da linearidade nas curvas de calibração ajustadas com cinco níveis de concentração.

Tabela 2 Avaliação da linearidade das curvas usual e matrizada construídas no efeito de matriz, na faixa de concentração de 1,5 a 7,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$

Estatística	Curva usual	Curva matrizada
Número de observações (n)	14	15
<i>Normalidade</i>		
Coefficiente de correlação (R)	0,9831	0,9805
$R_{crítico}$	0,9481	0,9506
Significância (p)	p > 0,10	p > 0,10
<i>Independência</i>		
Estatística de Durbin-Watson (d)	2,90	1,49
Significância (p)	p > 0,01	p > 0,05
<i>Homoscedasticidade</i>		
Estatística t de Levene (t_l)	0,9063	0,7748
Significância (p)	p > 0,05	p > 0,05
<i>Regressão</i>		
F (razão entre variâncias)	1620,83	967,47
$F_{crítico}$	4,75	4,67
Significância (p)	p < 0,001	p < 0,001
<i>Desvio da linearidade</i>		
F (razão entre variâncias)	0,68	2,48
$F_{crítico}$	3,84	3,63
Significância (p)	p > 0,05	p > 0,05

Pelo teste de resíduos padronizados de Jackknife foi detectado um *outlier* na curva usual no quinto nível. Na curva em matriz não foram identificados

outliers. O atendimento às premissas relativas ao MMQO foi confirmado em ambas as curvas. O teste de Ryan-Joiner confirmou a normalidade dos resíduos ($p > 0,10$). As estatísticas calculadas no teste de Durbin-Watson indicaram a ausência de auto-correlação entre os resíduos da curva usual e matrizada ($p > 0,01$ e $p > 0,05$, respectivamente). Homoscedasticidade foi evidenciada pelo teste de Levene, cujas estatísticas calculadas não foram significativas ($p > 0,05$). A ANOVA dos dados confirmou a significância da regressão ($p < 0,001$) e a ausência de desvio de linearidade ($p > 0,05$).

O teste de F foi aplicado para verificar a homogeneidade das variâncias das duas curvas. O valor de F calculado (2,16) foi menor que o $F_{\text{crítico}}$ (2,66), demonstrando que as variâncias são homogêneas ($p > 0,05$). Dessa forma, o teste de t com variância combinada foi realizado para comparar a inclinação das retas. Por este teste evidenciou-se que a diferença entre a inclinação das retas não foi significativa ($p > 0,05$), o que é ilustrado na Figura 6.

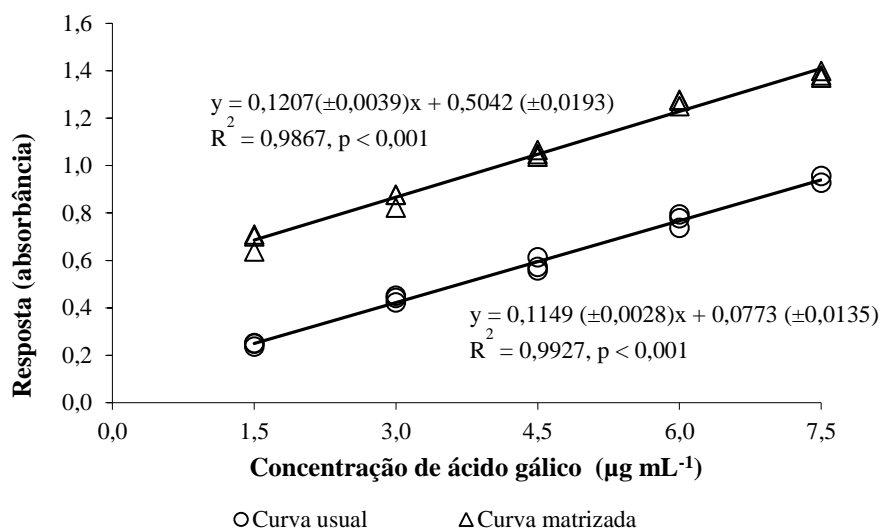


Figura 6 Representação comparativa da curva de ácido gálico usual e matrizada, com suas respectivas equações da reta, coeficiente de determinação (R^2) e significância da regressão (p)

Como foi observado efeito de matriz na faixa de concentração mais ampla (nível 1 ao 6) e não foi observado nesta faixa ajustada, recomenda-se que o estudo de efeito de matriz seja reconsiderado sempre que as amostras de suco de uva apresentarem perfil de compostos redutores significativamente dos observados nesse trabalho, que foi de 15,24 g de frutose e glicose em 100 mL de suco de uva Alicante Bouschet.

A estatística de t calculada ($t_b = 1,18$) foi menor que o valor crítico de t ($t_{crítico} = 2,06$), confirmando a ausência de efeito de matriz. Portanto, a curva usual de ácido gálico pode ser usada para estimar a quantidade de fenólicos totais em amostras de suco de uva, considerando a faixa de concentração fenólica de 1,2 a 6,0 g L⁻¹ de suco de uva.

3.2.3 Inexatidão (recuperação), precisão e limites de detecção e quantificação

Os dados de recuperação nos dois níveis de adição de analito estudados (nível 1 e nível 2) foram submetidos ao teste de Grubbs, que indicou a ausência de *outliers* ($p > 0,05$). A média da recuperação observada nos níveis de adição 1 e 2 foram de 85,95% e 87,00%, respectivamente. Estes resultados situam-se na faixa de aceitabilidade de 80% a 110% estabelecida pela European Commission (EC, 2002), indicando veracidade adequada nos níveis de concentração estudados.

Em relação à precisão do método, antes da estimativa dos DPR_r e DPR_R por ANOVA foi feita a verificação das premissas da análise de variância, que confirmou que os dados seguiam a distribuição normal e apresentavam variâncias homogêneas. Na Tabela 3 são apresentados os desvios padrões relativos em condições de repetibilidade (DPR_r) e precisão intermediária (DPR_R) obtidos nos três níveis de concentração de analito: nível 0 (amostra nativa) e

níveis de adição 1 e 2. É possível notar que os DPR_r e DPR_R foram menores que seus respectivos valores críticos, indicando a precisão do método.

Tabela 3 Desvio padrão relativo em condições de repetibilidade (DPR_r) e precisão intermediária (DPR_R) para avaliação da precisão do método

Estatística	Nível 0	Nível 1	Nível 2
C_T (g L ⁻¹ de suco de uva)	3,6	4,8	6,0
DPR_r (%)			
Valor calculado	2,38	1,25	1,47
Valor crítico	3,11	2,98	2,88
DPR_R (%)			
Valor calculado	4,57	2,93	3,97
Valor crítico	4,66	4,47	4,32

C_T : concentração teórica (concentração nativa para nível 0 e concentração nativa mais adição de padrão para os níveis 1 e 2). Valor crítico de DPR_R estimado pela equação de Horwitz e valor crítico de DPR_r calculado como 2/3 do DPR_R

Os limites de detecção e quantificação teóricos identificados foram de 0,65 e 0,71 g L⁻¹ fenólico em suco de uva. As concentrações de analito estudadas nas curvas construídas na etapa de efeito de matriz (1,2 a 6,0 g L⁻¹ fenólico em suco de uva) encontram-se acima dos limites de detecção e quantificação identificados, confirmando assim a adequação da faixa de concentração proposta para construção das curvas de calibração.

4 CONCLUSÃO

Na etapa de otimização da extração, a utilização de solução de acetona 70% como solvente extrator, na proporção de 1:10,5 (suco: acetona 70%), combinada a duas extrações com intervalo de repouso de 20 minutos demonstrou ser o tratamento mais eficiente para extração de compostos fenólicos em suco de uva.

A linearidade do método de Folin-Ciocalteu foi comprovada em faixa de concentração de fenólicos totais usualmente reportadas para sucos de uva, fato que reforça a sua aplicabilidade. O método não apresentou efeito de matriz na faixa de concentração fenólica de 1,2 a 6,0 g L⁻¹ de suco de uva. Os parâmetros veracidade, precisão sob condições de repetibilidade e precisão intermediária e limites teóricos de detecção e quantificação foram considerados satisfatórios.

Esses resultados sugerem que o método de Folin-Ciocalteu é adequado para o propósito de quantificar fenólicos totais em sucos de uva. Apesar de ser um método clássico pelo uso, não havia evidências de que sua aplicação era segura para determinar fenólicos em sucos de uva. Entretanto, esse estudo comprovou a aplicabilidade do método de Folin-Ciocalteu para o escopo em questão e assim pode-se assegurar a confiabilidade dos resultados gerados para análises feitas dentro dos padrões estudados.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro. À Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (FAFAR/UFMG) pela colaboração nas análises.

REFERÊNCIAS

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

CABRERA, S. G. et al. Effects of processing time and temperature on the quality components of campbell grape juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 33, n. 8, p. 347-360, June 2009.

CADOT, Y.; CHEVALIER, M.; BARBEAU, G. Evolution of the localisation and composition of phenolics in grape skin between veraison and maturity in relation to water availability and some climatic conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 91, n. 11, p. 1963-1976, Aug. 2011.

CAPANOGLU, E. et al. Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 139, n. 1-4, p. 521-526, Aug. 2013.

DANI, C. et al. Antioxidant activity and phenolic and mineral content of rose grape juice. **Journal of Medicinal Food**, San Diego, v. 12, n. 1, p. 188-192, Mar. 2009.

_____. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. **Food and Chemistry Toxicology**, Oxford, v. 45, n. 12, p. 2574-2580, Dec. 2007.

DÁVALOS, A.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. Antioxidant properties of commercial grape juices and vinegars. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 93, n. 2, p. 325-330, Nov. 2005.

EUROPEAN COMMISSION. **Commission decision 2002/657/EC of 12 August 2002.**

Disponível em: < http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=EN&numdoc=32002D0657&model=guichett>. Acesso em: 20 nov. 2011.

GANIC, K. K. et al. Antioxidant activity of malvasia istriana grape juice and wine. **Italian Journal of Food Science**, Pinerolo, v. 18, n. 2, p. 187-197, Apr. 2006.

GOLLÜCKE, A. P. B. et al. Evolution of major phenolic components and radical scavenging activity of grape juices through concentration process and storage. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 112, n. 4, p. 868-873, Feb. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **DOQ-CGCRE-008**: orientação sobre validação de métodos analíticos. Rio de Janeiro: INMETRO, 2010. 20p.

KONDRASHOV, A. et al. The key role of grape variety for antioxidant capacity of red wines. **European Journal of Clinical Nutrition and Metabolism**, London, v. 4, n. 1, p. 41-46, Feb. 2009.

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

MUÑOZ, S. et al. Determination of some flavan-3-ols and anthocyanins in red grape seed and skin extracts by HPLC-DAD: validation study and response comparison of different standards. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 628, n. 1, p. 104-110, Oct. 2008.

PAREJO, I. et al. Development and validation of a high-performance liquid chromatographic method for the analysis of antioxidative phenolic compounds in fennel using a narrow bore reversed phase C18 column. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 512, n. 2, p. 271-280, June 2004.

RECAMALES, A. F. et al. The effect of time and storage conditions on the phenolic composition and colour of white wine. **Food Research International**, Kidlington, v. 39, n. 2, p. 220-229, Mar. 2006.

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola Bento Gonçalves**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 24p.

ROCKENBACH, I. I. et al. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 238-244, dez. 2008.

_____. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca*.) widely produced in Brazil. **Food Chemistry**, Kindlington, v. 127, n. 1, p. 174-179, July 2011.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. In: PACKER, L. **Methods in Enzymology**. London: Academic Press, 1999. cap. 14, p. 152-178.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, Sept. 1965.

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

SOUZA, S. V. C.; JUNQUEIRA, R. G. A procedure to assess linearity by ordinary least squares method. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 552, n. 1-2, p. 25-35, Nov. 2005.

SOUZA, S. V. V.; PINTO, C. T.; JUNQUEIRA, R. G. In-house method validation: application in arsenic analysis. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 20, n. 3-4, p. 241-247, May 2007.

THOMPSON, M.; ELLISON, S. L. R.; WOOD, R. Harmonized guidelines for single-laboratory validation of methods of analysis. **Pure and Applied Chemistry**, Davis, v. 74, n. 5, p. 835-855, 2002.

VARGAS, P. N.; HOLZEL, S. C.; ROSA, C. S. Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 11-15, jan./mar. 2008.

YILMAZ, Y.; TOLEDO, R. T. Oxygen radical absorbance capacities of grape/wine industry byproducts and effect of solvent type on extraction of grape seed polyphenols. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 1, p. 41-4, Feb. 2006.

ARTIGO 2

Potencial de sucos integrais elaborados com uvas labruscas, híbridas e viníferas cultivadas no Vale do São Francisco, Brasil: caracterização físico-química e atividade antioxidante

RESUMO

Sucos elaborados com uvas *Vitis labrusca* (Isabel Precoce), *Vitis vinifera* (Alicante Bouschet, Tempranillo, Syrah) e híbridas (BRS Cora e BRS Violeta) cultivadas no Vale do São Francisco (VSF) foram avaliados para estabelecer a caracterização físico-química e atividade antioxidante. Os parâmetros físico-químicos variaram em função da cultivar de uva, sendo observada a seguinte composição: densidade a 20/20°C (1,064 a 1,090), sólidos em suspensão (0,36 a 4,82%), sólidos solúveis totais (15,59 a 21,64 °Brix), pH (3,47 a 3,89), acidez total (0,64 a 1,47 g 100 mL⁻¹), relação SST/AT (10,67 a 34,03), acidez volátil (0,017 a 0,024 g 100 mL⁻¹), álcool etílico (0,0 a 0,35% v v⁻¹), açúcares totais (16,75 a 21,85 g 100 mL⁻¹), glicose e frutose (5,17 a 10,69 g 100 mL⁻¹) e sacarose (0,0 a 0,11 g 100 mL⁻¹). Os ácidos tartárico e málico predominaram nos sucos, atingindo níveis de 348,78 e 443,43 g 100 mL⁻¹. O suco BRS Cora exibiu o maior teor de fenólicos totais (4,21 g L⁻¹) e o suco BRS Violeta a maior concentração de antocianinas (1.530,54 mg L⁻¹). As amostras apresentaram expressiva atividade antioxidante, que se correlacionou com o conteúdo fenólico. A maior parte das amostras atendeu aos padrões estabelecidos no PIQ e mostrou serem bebidas ricas em compostos bioativos, cuja síntese é certamente favorecida pelas condições climáticas do VSF. Portanto, a caracterização desses sucos indica que as cultivares utilizadas são adequadas para o processamento.

Palavras-chave: Sucos de uvas tintas tropicais. Ácidos orgânicos. Açúcares. Compostos fenólicos. Potencial antioxidante.

ABSTRACT

Juices produced from grapes *Vitis labrusca* (Isabel Precoce), *Vitis vinifera* (Alicante Bouschet, Tempranillo, Syrah) and hybrids (BRS BRS Cora and Violet) cultivated in the São Francisco Valley (SFV) were evaluated to establish the physico-chemical and functional characterization. The physico-chemical parameters varied according to grape cultivar, and the following composition was observed: density at 20/20°C (1.064 to 1.090), suspended solids (0.36 to 4.82%), total soluble solids (15.59 to 21.64 °Brix), pH (3.47 to 3.89), total acidity (0.64 to 1.47 g 100mL⁻¹), TSS/TA ratio (10.67 to 34.03), volatile acidity (0.017 to 0.024 g 100mL⁻¹), ethanol (0.0 to 0.35 % v v⁻¹), total sugars (16.75 to 21.85 g 100mL⁻¹), glucose and fructose (5.17 to 10.69 g 100mL⁻¹) and sucrose (0.0 to 0.11 g 100mL⁻¹). Tartaric and malic acids were predominant in the juices, reaching levels of 348.78 and 443.43 g 100mL⁻¹. The BRS Cora juice exhibited the highest total phenolics content (4.21 g L⁻¹) and the juice BRS Violeta presented the highest concentration of anthocyanins (1530.54 mg L⁻¹). Samples showed remarkable antioxidant activity, which correlated with the phenolic content. Most of the samples met the standards of the SIQ and showed to be rich beverages in bioactive compounds, whose synthesis is certainly favored by the climatic conditions of the SFV. Therefore, the characterization of the grape juices indicates that cultivars are suitable for processing.

Key words: Tropical red grapes juices. Organic acids. Sugars. Phenolic compounds. Antioxidant potential.

1 INTRODUÇÃO

O suco de uva integral é definido pela legislação brasileira como uma bebida não fermentada, obtida do mosto simples, sulfitado ou não, por meio de processo tecnológico adequado. Deve ser apresentado em sua concentração e composição natural, límpido ou turvo, sem adição de açúcares. O teor de sólidos solúveis deve ser de no mínimo 14° Brix, acidez total mínima de 0,41%, açúcares totais naturais da uva com concentração máxima de 20% e graduação alcoólica inferior à 0,5% v v⁻¹ (BRASIL, 1990; 2000).

A escolha da variedade de uva para produção de suco deve ser baseada em algumas premissas, para que o produto final apresente boa qualidade. É recomendável que a cultivar escolhida reúna algumas características, como: bom rendimento em mosto, adequada relação entre sólidos solúveis e acidez, aromas e sabores agradáveis e bem definidos (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998; VENTURINI FILHO, 2010).

Outro aspecto importante a ser considerado na escolha da variedade de uva é a aceitação do consumidor. O hábito alimentar faz com que uvas com características sensoriais muito distintas sejam utilizadas e bem aceitas. No Brasil, é possível elaborar sucos com uvas *Vitis labrusca* (ou americanas), *Vitis vinifera* ou híbridas. As uvas americanas e híbridas são marcadas pelo aroma foxado, que é bem preservado durante o processamento. Já as uvas viníferas tendem a perder o frescor e assumir sabor de cozido durante a elaboração de sucos, mas são largamente utilizadas e aceitas pelos europeus (GIOVANNINI, 2008; VENTURINI FILHO, 2010). Segundo Sautter et al. (2005), as uvas *Vitis labrusca* e seus híbridos representam a base da produção brasileira de suco de uva, estimando-se que apenas 20% das uvas utilizadas sejam viníferas.

A divulgação dos benefícios para a saúde relacionados ao consumo regular de suco de uva integral tem incentivado um aumento no consumo desta

bebida em nível nacionalmente. No ano de 1995, o consumo per capita de suco de uva não ultrapassava 150 mL, sendo que em 2010 este valor já havia chegado a 900 mL. Os últimos dados divulgados apontam que no ano de 2012 a comercialização de suco de uva integral apresentou aumento de 19,04% em relação ao ano anterior, fato que confirma a consolidação desta bebida no mercado brasileiro (IBRAVIN, 2011; MELLO, 2007; 2013).

O maior consumo de suco de uva pelos brasileiros oportuniza, conseqüentemente, um aumento nas taxas de produção. Embora o estado do Rio Grande do Sul ainda figure como o maior produtor nacional de uvas e seus derivados, o Vale do São Francisco (VSF) tem se destacado como a segunda maior região vinícola brasileira, com capacidade potencial para investir na produção de sucos (BRASIL, 2010a; LUCENA et al., 2010; UVIBRA, 2014). A região do VSF localiza-se no semiárido nordestino, apresentando clima tropical marcado por altas temperaturas durante a maior parte do ano (HIRSCH, 2005). O estado de Pernambuco é atualmente o local mais produtivo desta região, apresentando uma produção ascendente desde o ano de 2005 (MELLO, 2007; 2010; 2013).

Sabe-se que as condições climáticas de uma região exercem profunda influência sobre a composição química da uva. Entre os mais importantes efeitos do clima, pode-se destacar o maior acúmulo de açúcar nas bagas, o estímulo à síntese de compostos fenólicos e modificações nos compostos aromáticos (ORDUÑA, 2010). Em vinhos elaborados no VSF, Lucena et al. (2010) identificaram teores de compostos fenólicos aproximadamente duas vezes superiores aos reportados na literatura para vinhos tintos. Entretanto, ainda não estão disponíveis pesquisas que descrevam a composição química, sensorial e funcional dos sucos integrais produzidos no VSF.

Diante do exposto, este trabalho teve os seguintes objetivos: i) determinar a composição físico-química e medir a atividade antioxidante de

sucos integrais produzidos com uvas labruscas, híbridas e viníferas cultivadas no VSF; ii) pesquisar a influência da cultivar de uva sobre a composição das bebidas e iii) verificar a adequação dos sucos em relação aos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) estabelecidos pela legislação vigente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

Os sucos de uva foram elaborados experimentalmente no Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido (Petrolina – PE, Brasil), empregando o método de extração a vapor. Seis variedades de uvas tintas cultivadas na cidade de Petrolina (Latitude 09°09'S e Longitude 40°24'W) no ano de 2011 foram usadas para produção dos sucos integrais varietais: Isabel Precoce (*Vitis labrusca*), BRS Cora e BRS Violeta (híbridas) e Tempranillo, Syrah e Alicante Bouschet (*Vitis vinifera*). Após a colheita, as uvas foram mantidas em câmara fria a $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ para remoção do calor de campo. Em seguida, as uvas foram sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio (200 mg L^{-1}), degranadas manualmente e mantidas na panela extratora a $75^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 1 hora. No final da extração, realizou-se a sulfitagem do suco pela adição de metabissulfito de potássio ($0,8 \text{ g L}^{-1}$). Os sucos foram imediatamente engarrafados e mantidos em adega à $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises. Cada amostra de suco foi elaborada em três lotes diferentes. Para as análises de caracterização, utilizou-se duas repetições de cada lote, analisadas em triplicatas independentes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

2.2 Parâmetros do PIQ de sucos de uva

A caracterização físico-química das amostras consistiu na avaliação dos parâmetros estabelecidos no PIQ para sucos de uva, previstos na Instrução Normativa n° 01/2000 (BRASIL, 2000) e na Portaria n° 259/2010, que propõe uma complementação dos PIQ de derivados da uva (BRASIL, 2010b). As seguintes variáveis foram investigadas: densidade relativa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total (AT), relação SST/AT, sólidos em suspensão, acidez volátil, álcool etílico e açúcares totais. Todos os parâmetros foram avaliados de acordo com os protocolos oficiais recomendados pelo Manual Operacional de Bebidas e Vinagres, constante na Instrução Normativa n° 24/2005 (BRASIL, 2005).

A densidade relativa a 20/20°C e os SST (°Brix a 20°C) foram avaliados em balança hidrostática (Super Alcomat, Gibertini), por leitura direta da amostra. A AT foi analisada por técnica potenciométrica, sendo a amostra titulada até que atingisse pH 8,2. Os resultados foram expressos em ácido tartárico (g 100 mL⁻¹). Os valores dos SST e AT foram utilizados no cálculo da relação SST/AT.

Para quantificar os sólidos em suspensão (insolúveis), foi feita a determinação dos sólidos totais do suco por método gravimétrico, que se fundamentou na secagem em banho-maria a 100°C de uma alíquota de 2 mL de suco, previamente acondicionada em cápsulas de inox. Em seguida fez-se a incubação das cápsulas em estufa com circulação de ar a 100°C por um período de 30 min. Os sólidos em suspensão foram calculados pela diferença entre os sólidos totais e os sólidos solúveis.

A acidez volátil foi avaliada com o auxílio de um destilador enoquímico (Super D.E.E., Gibertini), cujo destilado resultante foi titulado com solução de hidróxido de sódio, sendo o resultado expresso em g L⁻¹ em ácido acético. O

mesmo equipamento foi utilizado para destilar a amostra para determinação do teor de álcool etílico (% vol a 20°C), sendo a leitura do grau alcoólico feita em balança hidrostática (Super Alcomat, Gibertini). Os açúcares totais foram quantificados pelo método titulométrico de Lane-Eynon (BRASIL, 2005), empregando solução de glicose 0,5% como padrão. Os resultados foram expressos em g 100 mL⁻¹. Adicionalmente, avaliou-se o pH dos sucos, por leitura direta em pHmetro calibrado com tampão pH 4,0 e pH 7,0.

2.3 Ácidos orgânicos e açúcares por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

O método descrito por Corrêa et al. (2012b) foi empregado para determinação dos seguintes ácidos orgânicos: ascórbico, málico, láctico, acético, cítrico e succínico. Foi utilizado um cromatógrafo Waters (modelo e2695 Separation Module Alliance) equipado com detectores de arranjo diodo (Water 2998). Para separação dos ácidos empregou-se uma coluna C₁₈ (150 mm x 4,6 mm x 3 µm, Phenomenex) acoplada a uma pré-coluna C₁₈ (4 mm x 3 mm, Phenomenex), ambas mantidas a 26°C. A eluição isocrática dos compostos ocorreu a um fluxo de 0,5 mL min⁻¹, utilizando-se como fase móvel uma solução fosfato de potássio monobásico 0,25 mol L⁻¹, com pH 2,6 ajustado com ácido fosfórico 85%. O volume de injeção foi de 10 µL. O ácido ascórbico foi determinado a 250 nm e os demais ácidos foram identificados a 210 nm. As amostras de suco foram adequadamente diluídas em fase móvel e filtradas em membrana de 0,45µm. A quantificação dos ácidos orgânicos nas amostras foi feita utilizando curva de calibração construída com padrões dos ácidos pesquisados, obtidos da Chem Service (West Chester, EUA).

Para identificar os açúcares (sacarose, glicose e frutose) das amostras foi empregado o método proposto por Corrêa et al. (2012a), empregando o

cromatógrafo acima descrito, acoplado a um detector de índice de refração (Water 2414). Para separação dos açúcares foi usada uma coluna Rezex RHM – Monosaccharide H+ (8%) (300 mm x 7,8 mm x 8 μm , Phenomenex), acoplada a uma pré-coluna Carbo H (4 mm x 3 mm, Phenomenex), ambas mantidas a 40°C. Água ultrapura filtrada em membrana de 0,45 μm foi empregada como fase móvel e os compostos foram eluídos isocraticamente a um fluxo de 0,5 mL min^{-1} , sendo o volume de injeção de 10 μL . As amostras de suco de uva foram apropriadamente diluídas em água ultrapura e filtradas em membrana de 0,45 μm . Para quantificar os açúcares nas amostras foi construída uma curva de calibração com padrões dos açúcares pesquisados, obtidos da Chem Service (West Chester, EUA).

2.4 Antocianinas monoméricas

As antocianinas monoméricas foram determinadas empregando o método do pH diferencial, normalizado pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2007), sob o n° 2005.02. Este método baseia-se na diferença da absorbância dos pigmentos no pH 1,0 e no pH 4,5, medida em espectrofotômetro a 520 nm. As mesmas soluções foram lidas a 700 nm, para descontar a turbidez da amostra. A extração da amostra foi feita empregando o protocolo otimizado proposto por Natividade et al. (2012a), no qual adicionou-se a uma alíquota de 0,5 mL de suco e 2,25 mL de metanol acidificado com ácido clorídrico a 0,1%. A mistura foi centrifugada a 4.100 rpm durante 15 minutos, a 7°C. O sobrenadante resultante foi coletado e repetiu-se com o resíduo o mesmo processo de extração. O sobrenadante obtido na segunda extração foi homogeneizado com o primeiro sobrenadante, constituindo o extrato antociânico do suco de uva. O cálculo do conteúdo de antocianinas foi feito usando como referência a malvidina, que possui peso molecular de 463,3 g mol^{-1} e

absortividade molar de 28.000. Essa antocianina foi escolhida por estar presente em uvas labruscas, híbridas e viníferas (NATIVIDADE et al., 2013). Os resultados foram expressos em g L^{-1} .

2.5 Fenólicos totais

A determinação quantitativa dos fenólicos totais foi feita por meio do clássico método de Folin-Ciocalteu validado para sucos de uva por Natividade et al. (2012b). A extração consistiu na adição de uma solução de acetona 70% à uma alíquota de amostra, na proporção 1:10,5 (suco: acetona 70%). A mistura foi homogeneizada, mantida em repouso por 20 minutos e centrifugada a 4.100 rpm por 15 minutos, a 5°C. Coletou-se o sobrenadante resultante e repetiu-se o mesmo processo de extração com o resíduo. O sobrenadante resultante foi adicionado ao sobrenadante da primeira extração, homogeneizado, constituindo o extrato fenólico do suco de uva. O procedimento analítico para quantificar os fenólicos consistiu na adição de solução de Folin-Ciocalteu a 10% solução de carbonato de sódio a 7,5% a uma alíquota de extrato, que foi homogeneizada e mantida em repouso ao abrigo da luz por 2 h. A leitura das amostras foi feita a 760 nm. Para calcular o teor de compostos fenólicos no suco, foi preparada em triplicata uma curva padrão de ácido gálico em seis níveis igualmente espaçados, em concentração variando de 1,5 a 7,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Os resultados foram expressos em mg L^{-1} .

2.6 Atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH

A atividade antioxidante das amostras foi determinada pelo método de sequestro do radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hidrazil), seguindo o protocolo analítico proposto por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Este

método baseia-se na descoloração da solução arroxeadada de DPPH promovida pela reação entre o radical e o antioxidante da amostra. O decaimento de cor pode ser medido espectrofotometricamente a 515 nm e a perda é proporcional ao potencial antioxidante da amostra. As amostras foram adequadamente diluídas em água ultrapura. Adicionou-se à uma alíquota de 100 μL de suco diluído 3,9 mL de solução de DPPH a 0,06 mmol L^{-1} . A mistura foi homogeneizada e mantida em repouso ao abrigo da luz por 1 h, tempo necessário para ocorrer a estabilização da reação de descoloração. As amostras foram lidas em espectrofotômetro a 515 nm. Metanol foi usado como branco.

Para calcular a atividade antioxidante das amostras foi preparada uma curva de calibração empregando como padrão o trolox (6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico), antioxidante sintético hidrossolúvel análogo à vitamina E. A curva foi construída em triplicata, com concentração de trolox variando de 20 a 320 $\mu\text{g mL}^{-1}$, estruturada em seis níveis igualmente espaçados. Os resultados foram expressos em “atividade antioxidante equivalente ao trolox” (TEAC), em mM de trolox.

2.7 Atividade antioxidante pela descoloração do radical ABTS^{•+}

A atividade antioxidante das amostras também foi avaliada pelo método de descoloração do radical livre ABTS^{•+} (radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico)), empregando o procedimento analítico proposto por Re et al. (1999), com pequenas modificações. A adição de antioxidantes ao meio de reação promove a descoloração da solução esverdeada de ABTS^{•+}, em extensão proporcional ao poder redutor da amostra. Inicialmente foi feito o preparo do meio de reação (radical ABTS), que foi obtido a partir da mistura de uma solução estoque de ABTS a 7 mmol L^{-1} com um solução de persulfato de potássio a 140 mmol L^{-1} , diluídas com etanol até obtenção de uma

absorbância de $0,7 \text{ nm} \pm 0,05 \text{ nm}$, a 734 nm . O suco de uva foi adequadamente diluído em água ultrapura. A uma alíquota de $30 \mu\text{L}$ de suco diluído na proporção 1:20 (suco: água ultrapura) adicionou-se $3,0 \text{ mL}$ de meio de reação e homogeneizou-se a mistura, que foi mantida em repouso por 6 minutos. Em seguida realizou-se a leitura das amostras a 734 nm , utilizando-se etanol como branco.

A atividade antioxidante das amostras foi estimada por meio de uma curva de calibração construída em triplicata, empregando o trolox como padrão. A concentração de trolox variou de 25 a $325 \mu\text{g mL}^{-1}$, distribuída em seis níveis igualmente espaçados. Os resultados foram expressos em “atividade antioxidante equivalente ao trolox” (TEAC), em mM de trolox.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados referentes à caracterização físico-química dos sucos de uva.

A densidade dos sucos de uva variou significativamente entre as amostras, mostrando valores de 1,064 a 1,090. Este parâmetro está em conformidade com o padrão estabelecido pela legislação brasileira, que estabelece um mínimo de 1,057 (BRASIL, 2004).

Nos sucos avaliados, os sólidos em suspensão (ou insolúveis) variaram significativamente em função da variedade de uva, exibindo valores entre 0,36% e 4,82%, o que atende ao limite máximo de 5% (BRASIL, 2000). Em sucos de uvas, este parâmetro refere-se ao teor máximo de partículas de polpa em suspensão e valores elevados indicam sucos mais turvos.

Tabela 1 Caracterização físico-química de sucos integrais elaborados com uvas cultivadas no Vale do São Francisco, Brasil

Parâmetro analisado	<i>Vitis labrusca</i>	Uvas híbridas		<i>Vitis vinifera</i>		
	Isabel Precoce	BRS Cora	BRS Violeta	Tempranillo	Syrah	Alicante Bouschet
Densidade a 20/20°C	1,074 c	1,065 d	1,064 d	1,090 a	1,084 b	1,077 c
Sólidos em suspensão (%)	1,61 b	4,82 a	0,36 c	2,11 b	2,29 b	1,59 b
Sólidos solúveis totais –SST (°Brix)	18,05 c	15,59 d	15,72 d	21,64 a	20,32 b	18,76 c
Acidez total – AT (g 100mL ⁻¹)	0,80 c	1,03 b	1,47 a	0,64 d	0,69 d	0,80 c
pH	3,48 d	3,47 d	3,63 c	3,89 a	3,70 bc	3,77 b
Relação SST/AT	22,52 c	15,10 d	10,67 e	34,03 a	29,42 b	23,66 c
Acidez volátil (g 100mL ⁻¹)	0,018 c	0,018 c	0,024 a	0,017 c	0,021 b	0,017 c
Álcool etílico (% v v ⁻¹)	0,00 c	0,14 b	0,35 a	0,00 c	0,00 c	0,00 c
Açúcares totais (g 100mL ⁻¹)	16,75 d	17,14 d	14,24 e	21,85 a	19,13 b	17,98 c

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

O suco de uva BRS Cora, que apresentou o maior índice de sólidos em suspensão, certamente teve esse resultado por apresentar cristais minerais de bitartarato de potássio. Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998) explicam que esses cristais são formados durante a estabilização física do suco na garrafa e que essa é uma ocorrência comumente encontrada em sucos de uva brasileiros.

Os teores de SST do suco de uva, que entre outros constituintes referem-se aos níveis de açúcar, variaram nas amostras avaliadas de 15,59 a 21,64 °Brix, valores que atenderam aos limites legais de no mínimo 14 °Brix (BRASIL, 2000). O suco Tempranillo apresentou o maior teor de SST e os sucos de uvas híbridas as menores concentrações. Esses valores foram superiores às médias relatadas por outros autores (PINHEIRO et al., 2009; RIZZON; LINK, 2006), cujas amostras não atingiram o valor mínimo exigido. Conforme Venturini Filho (2010), a exigência de um teor mínimo de sólidos solúveis totais é feita para que as uvas possuam um grau de maturação adequado quando utilizadas para a produção de sucos.

O pH das amostras analisadas variou de 3,47 a 3,89, sendo que os maiores valores foram identificados nos sucos de uvas viníferas. Esses valores são próximos aos resultados relatados para sucos integrais avaliados por Pinheiro et al. (2009), Rizzon e Link (2005) e Santana et al. (2008).

A acidez total dos sucos, expressa como ácido tartárico, variou significativamente em função da variedade de uva (0,64 à 1,47 g 100 mL⁻¹), sendo que as bebidas elaboradas com uvas híbridas apresentaram-se mais ácidas. Os resultados de acidez mostraram relação com o pH dos sucos, podendo-se observar que os sucos de uvas viníferas apresentaram menor acidez e pH superiores. Vale ressaltar que a acidez dos sucos é definida especialmente pelos ácidos orgânicos, cuja concentração sofre influência da cultivar da uva e de seu grau de maturação (SOYER; KOCA; KARADENIZ, 2003). A legislação

brasileira exige que sucos apresentem acidez mínima de $0,4 \text{ g } 100\text{mL}^{-1}$ (BRASIL, 2000) e, portanto, todas as amostras encontraram-se adequadas.

A relação SST/AT de sucos de uva deve estar entre 15 e 45 (BRASIL, 2004), sendo esse parâmetro considerado um indicativo da qualidade de sucos, uma vez que reflete o equilíbrio entre o gosto doce e ácido, essencial para a obtenção de uma bebida com adequação sensorial. Nos sucos avaliados, a relação SST/AT variou de 10,67 a 34,03.

O suco BRS Violeta não atendeu a esse parâmetro, que apresentou-se adequado nos demais sucos. Certamente, a acentuada acidez associada ao baixo nível de sólidos solúveis resultou na pior relação SST/AT exibida pelos sucos de uvas híbridas. Acredita-se que pequenos ajustes na definição do tempo de colheita da uva sejam suficientes para corrigir essa inadequação, uma vez que o híbrido BRS Cora tipicamente alcança teores de sólidos solúveis superiores a $18 \text{ }^\circ\text{Brix}$ (CAMARGO; MAIA; NACHTIGAL, 2005). Por outro lado, o suco de BRS Violeta pode ser empregado no corte com sucos de outras variedades de uvas que sejam menos ácidas.

Os níveis de acidez volátil variaram de $0,017$ a $0,024 \text{ g } 100\text{mL}^{-1}$, o que está de acordo com os limites legais, que preveem que esse parâmetro seja inferior à $0,5 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ (BRASIL, 2010b). Venturini Filho (2010) aponta que o teor de acidez volátil em sucos de uva relaciona-se com a sanidade da uva utilizada e com a adequação do processamento do suco. Segundo Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998), produtos elaborados com uvas com percentuais elevados de podridão, que sofreram compactação durante o transporte e cujo processamento não ocorreu rapidamente, apresentaram teores elevados de acidez volátil. Nesse caso, os valores encontrados são um indicativo que as amostras avaliadas foram elaboradas adequadamente.

O teor de álcool etílico das amostras também é um indicativo de qualidade e deve ser inferior a $0,5\% \text{ v v}^{-1}$ (BRASIL, 2010b). Este parâmetro é

estabelecido com o propósito de impedir a comercialização de sucos que sofreram reações fermentativas. No presente estudo, todas as amostras atenderam aos padrões preconizados, apresentando níveis alcoólicos inferiores aos limites permitidos.

Em relação ao teor de açúcares totais, as amostras exibiram níveis entre 16,75 e 21,85 g 100 mL⁻¹, sendo que os sucos de uvas viníferas tiveram as maiores teores. O PIQ para suco de uva estabelece que esse parâmetro seja ser inferior a 20 g 100 mL⁻¹ (BRASIL, 2004). Portanto, o suco Tempranillo apresentou níveis de açúcar acima do limite recomendado, embora tenha sido uma porcentagem pequena (9,25%), que certamente pode ser corrigida adequando a data de colheita das uvas. Sabe-se que um fator determinante para o acúmulo de açúcar na uva é o total de horas de insolação ao qual a planta foi submetida durante o período vegetativo (POMMER, 2003).

Diante disso, é possível explicar o fato dessas bebidas possuírem concentrações mais elevadas de açúcar, uma vez que foram elaboradas com uvas cultivadas no clima semiárido do VSF. Por outro lado, os níveis de açúcares totais reportados em trabalhos que avaliaram sucos elaborados na região sul do Brasil dificilmente alcançam 16,00 g 100 mL⁻¹ (PINHEIRO et al., 2009; RIZZON; MIELE, 2012).

Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes à composição de açúcares e ácidos orgânicos determinada nos sucos integrais analisados. De modo geral, foi possível observar uma relação entre os teores de açúcares totais identificados pelo método titulométrico e por cromatografia líquida.

Os sucos Syrah e Tempranillo mantiveram as maiores concentrações de açúcar e os sucos produzidos com uvas híbridas continuaram a exibir os menores teores de açúcar. Os açúcares não redutores, representados em sucos de uva pela sacarose, só foram identificados no suco Isabel Precoce (0,11 g 100 mL⁻¹), estando ausente nas demais amostras.

Tabela 2 Composição de açúcares e ácidos orgânicos de sucos integrais elaborados com uvas do VSF, Brasil

Parâmetro analisado	<i>Vitis labrusca</i>	Uvas híbridas		<i>Vitis vinifera</i>		
	Isabel Precoce	BRS Cora	BRS Violeta	Tempranillo	Syrah	Alicante Bouschet
<i>Açúcares (g 100 mL⁻¹)</i>						
Açúcares totais	16,85 c	11,01 f	13,48 e	21,03 a	19,23 b	15,24 d
Sacarose	0,11 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
Glicose	8,09 c	5,17 f	6,50 e	10,34 a	9,78 b	7,43 d
Frutose	8,77 c	5,84 f	6,98 e	10,69 a	9,45 b	7,70 d
<i>Ácidos Orgânicos (mg 100 mL⁻¹)</i>						
Ácidos totais	890,21 bc	522,85 d	1338,15a	825,91 c	948,80 b	826,76 c
Ácido tartárico	348,78 a	204,66 c	366,74 a	272,94 b	373,81 a	213,96 c
Ácido málico	121,85 d	106,41 d	443,43 a	206,14 c	222,70 c	250,99 b
Ácido cítrico	129,49 d	101,76 e	333,81 a	162,11 c	163,64 c	204,24 b
Ácido acético	47,22 a	47,37 a	25,74 c	18,00 d	13,49 d	33,30 b
Ácido láctico	0,00 c	0,00 c	14,38 a	0,00 c	0,00 c	3,57 b
Ácido succínico	97,08 b	24,97 e	60,61 c	165,89 a	69,46 c	47,86 d
Ácido ascórbico	0,17 d	0,20 d	2,52 a	0,83 c	1,50 b	1,06 c

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Os teores de glicose e frutose variaram de 5,17 a 10,34 g 100 mL⁻¹ e de 5,84 a 10,69 g 100 mL⁻¹, respectivamente. Esses açúcares predominaram em todas as amostras em relação à sacarose, sendo identificados em concentrações aproximadamente equivalentes. O perfil de açúcares observado nesse estudo é confirmado por diversos autores (DAUDT; SIMON, 2001; GURAK, 2010; RIZZON; LINK, 2006), que relatam que os açúcares redutores representam 99% dos carboidratos do mosto de uvas maduras.

Quanto ao perfil de ácidos orgânicos dos sucos de uva, observou-se que a composição e a concentração dos ácidos investigados variaram significativamente em função da variedade de uva. Soyer, Koca e Karadeniz (2003) explicam que os níveis de ácidos orgânicos em uvas são influenciados por uma série de fatores, como: variedade da uva, grau de maturação, região de cultivo, nível de insolação e condições climáticas.

Os ácidos tartárico e málico foram os compostos predominantes nas amostras avaliadas, com níveis variando de 204,66 a 348,78 mg 100 mL⁻¹ e de 106,41 a 443,43 mg 100 mL⁻¹. Esse perfil é confirmado por Mato, Suárez-Luque e Huidobro (2005), que apontaram a predominância desses ácidos em relação aos ácidos succínico e cítrico. Assim como os açúcares, os ácidos orgânicos presentes no suco de uva também contribuem para sua qualidade sensorial, pois conferem um pH mais baixo à bebida e asseguram um equilíbrio entre os gostos doce e ácido, de agradável palatabilidade (GURAK et al., 2010). Além disso, contribuem para a estabilidade do suco e qualidade microbiológica (MATO; SUÁREZ-LUQUE; HUIDOBRO, 2005; 2007).

O ácido acético e lático foram os compostos identificados em menor concentração, o que é desejável, por ambos estarem relacionados a processos fermentativos. Nas amostras o teor de ácido ascórbico variou de 0,17 a 2,52 mg 100 mL⁻¹, com destaque para o suco BRS Violeta, que exibiu a maior concentração. Nos sucos de uvas viníferas, os níveis de ácido ascórbico foram

superiores aos resultados exibidos pelo suco Isabel Precoce e BRS Cora. Sun et al. (2002) ressaltam o valor da presença do ácido ascórbico em alimentos, uma vez que essa vitamina é um importante agente antioxidante.

Na Figura 1 são apresentados os níveis de fenólicos totais e antocianinas monoméricas dos sucos de uva estudados. Observou-se que ambos os parâmetros variaram significativamente em função da variedade de uva empregada na elaboração dos sucos.

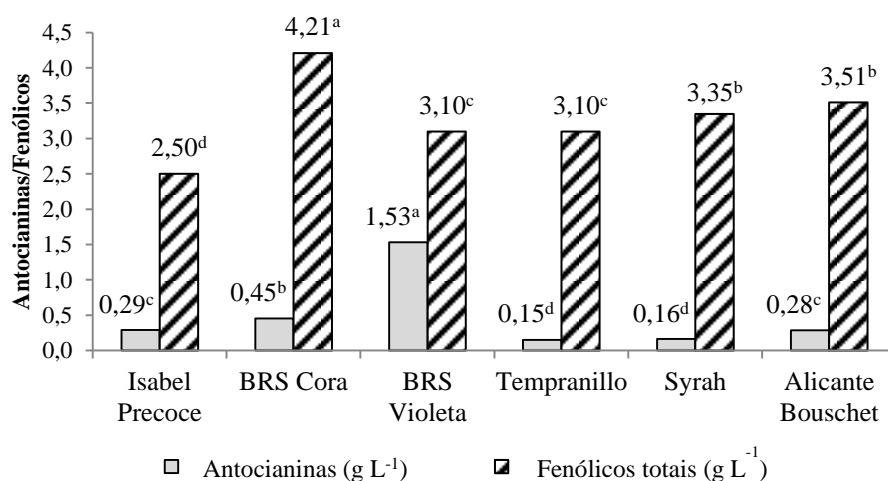


Figura 1 Níveis de antocianinas monoméricas e fenólicos totais nos sucos integrais elaborados com uvas cultivadas no VSF, Brasil

Médias seguidas de mesma letra em parâmetros iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Foram identificados nos sucos de uva níveis de fenólicos totais entre 2,50 e 4,21 g L⁻¹. O suco BRS Cora exibiu a maior concentração, cerca de 41% superior ao suco com menor teor fenólico. Os sucos produzidos com uvas viníferas foram quantitativamente superiores ao suco Isabel Precoce. De forma geral, os teores fenólicos dos sucos avaliados foram notavelmente superiores a

resultados relatados por diversos autores, como: Dávalos, Bartolomé e Gómez-Cordovés (2005), que identificaram níveis variando de 0,71 a 1,18 g L⁻¹; Vargas, Hoelzel e Rosa (2008) relatam valores entre 0,31 e 0,51 g L⁻¹ e Gollücke et al. (2009), que caracterizaram sucos com teores fenólicos de aproximadamente 1,5 a 2,4 g L⁻¹.

Orduña (2010) salientou que inúmeros fatores afetam a composição e o teor dos compostos fenólicos nos alimentos, entre os quais destaca-se a variedade da uva e condições edafoclimáticas. O manejo da disponibilidade de água é outra variável determinante, visto que o estresse hídrico devidamente controlado favorece a síntese de fenólicos. Da mesma forma, altos níveis de insolação estimulam a produção de compostos fenólicos em uvas (CASTILLO-MUÑOZ et al., 2009; LUCENA et al., 2010; MAKRIS; KALLITHRAKA; KEFALAS, 2006; MULERO; PARDO; ZAFRILLA, 2010).

Essas informações são particularmente importantes para explicar os níveis superiores de compostos fenólicos encontrados nos sucos elaborados no VSF, visto que essa região possui clima semiárido com alta exposição à luz solar e manejo da irrigação das videiras, duas condições que estimulam a síntese de compostos fenólicos. Spayd et al. (2002) relatam que uvas cultivadas em regiões de elevada incidência solar podem conter até dez vezes mais fenólicos que uvas cultivadas na sombra. Em vinhos elaborados no VSF, Lucena et al. (2010) encontraram níveis de fenólicos que variaram de 3,2 a 5,9 g L⁻¹, resultado que os autores afirmaram ser superiores aos relatados em outros estudos.

A quantificação de compostos fenólicos em sucos de uva é recurso fundamental para auxiliar na definição do perfil sensorial desses produtos, como sabor, coloração, aromas e adstringência (RECAMALES et al., 2006). Além disso, os compostos fenólicos são as principais moléculas relacionadas à atividade antioxidante observada em sucos de uva, que explica a diversidade de efeitos benéficos para a saúde associados ao consumo regular de suco de uva,

como: redução da pressão arterial sistêmica (PARK; KIM; KANG, 2004), prevenção da oxidação do LDL-colesterol (CASTILLA et al., 2006), prevenção de danos oxidativos hepáticos (DANI et al., 2008), inibição da agregação plaquetária (OSMAN et al., 1998; SHANMUGANAYAGAM et al., 2007) e melhorias no sistema imunológico (ROWE et al., 2011).

Em um desses estudos, os autores identificaram que o consumo diário durante 8 semanas de 5 mL de suco de uva Concord por kg de peso corporal (350 mL de suco para um homem de 70 kg), que continha 2,11 g L⁻¹ de fenólicos, promoveu uma redução significativa na pressão sistólica e diastólica de adultos hipertensos (PARK; KIM; KANG, 2004). Na pesquisa conduzida por Rowe et al. (2011), adultos que consumiram 360 mL de suco Concord (1,90 g L⁻¹ de fenólicos) por dia durante 9 semanas apresentaram uma melhora da imunidade e uma maior proteção contra danos oxidativos. Os sucos usados nesses estudos possuíam teores fenólicos de aproximadamente 2 g L⁻¹.

Tendo em vista que os sucos produzidos no VSF possuem em média uma concentração fenólica de 3,3 g L⁻¹, acredita-se que essas bebidas sejam alimentos com potencial de promoverem efeitos benéficos quando consumidas regularmente. Vale lembrar que a biodisponibilidade dos compostos fenólicos do suco de uva é superior em relação àquela apresentada pelo vinho (FRANKEL et al., 1998) e o fato do suco de uva não ser um bebida alcóolica permite que o incentivo ao consumo regular seja feito aplicada à maioria da população.

Em relação ao conteúdo de antocianinas apresentados pelos sucos, observou-se que os níveis variaram de 151,12 a 1.530,54 mg L⁻¹. Malacrida e Motta (2005) encontraram em amostras comerciais de sucos de uva simples uma concentração média de antocianinas de 28,70 mg L⁻¹. Burin et al. (2010) identificaram em sucos de uva *Vitis labrusca* comercializados na região sul do Brasil níveis de antocianinas entre 25,56 e 460,45 mg L⁻¹. Nos sucos tintos avaliados por Rizzon e Miele (2012), também provenientes da região sul, foram

quantificados níveis de antocianinas entre 90,1 e 283,7 mg L⁻¹. Esses dados reforçam a superioridade em termos de antocianinas dos sucos produzidos no semiárido nordestino.

Além de serem fundamentais para a coloração das uvas, as antocianinas também apresentam atividade antioxidante (MANACH et al., 2005; MUÑOZ-ESPADA et al., 2004). Estudos epidemiológicos realizados por Wang e Stoner (2008), associam o consumo de antocianinas com a redução do risco de doenças cardiovasculares e neurológicas, diabetes e tratamento e prevenção de câncer. Vale ressaltar que o conteúdo de antocianinas em sucos de uva variara de acordo com a cultivar, condições climáticas e processamento (MALACRIDA; MOTTA, 2006).

O suco BRS Violeta apresentou teor antociânico 330,32% superior ao encontrado no segundo suco de maior concentração, o BRS Cora, e cerca de 10 vezes maior que o de menor concentração (suco Isabel Precoce). No trabalho de Natividade et al. (2013), o suco de uva elaborado com uvas BRS Violeta apresentou níveis de antocianinas no mínimo 8 vezes superior aos níveis exibidos pelos demais sucos tintos avaliados. Camargo, Maia e Nachtigal (2005) relatam que a uva BRS Violeta é uma variedade de intensa coloração violácea, sendo indicada para uso na produção de sucos varietais e em cortes com outras uvas de pouca coloração.

Embora as antocianinas representem a classe fenólica predominante na maioria dos sucos de uva tintos (NATIVIDADE et al. 2013) e amplamente distribuídas no reino vegetal (MUÑOZ-ESPADA et al. 2004) não se pode estabelecer uma relação direta entre teor de fenólicos totais e antocianinas. Nos sucos avaliados neste estudo, foi possível perceber que o perfil fenólico dos sucos possuem particularidades e que nem sempre aquele que possui grandes concentrações de antocianinas apresentarão os maiores teores fenólicos. Exemplo disso é o suco BRS Violeta, que apesar de possuir o maior nível de

antocianinas, não apresentou o maior teor de fenólicos totais. Essa constatação também foi feita por Lucena et al. (2010), avaliando vinhos tintos produzidos no VSF.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados referentes à atividade antioxidante das amostras avaliadas.

Tabela 3 Atividade antioxidante *in vitro* dos sucos integrais elaborados com uvas cultivadas no VSF, Brasil

Variedade de uva	DPPH (mmol mL ⁻¹)	ABTS (mmol mL ⁻¹)
<i>Vitis labrusca</i>		
Isabel Precoce	8,48 c	8,71 c
<i>Uvas Híbridas</i>		
BRS Cora	17,86 a	19,39 b
BRS Violeta	17,06 a	22,30 ab
<i>Vitis vinifera</i>		
Tempranillo	16,53 a	23,21 a
Syrah	12,11 b	11,24 c
Alicante Bouschet	12,72 b	19,81 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DPPH e ABTS (expresso como TEAC – atividade antioxidante equivalente ao Trolox).

Pode-se observar que os sucos de uva exibiram ação antioxidante de 8,48 à 17,86 mM mL⁻¹ e de 8,71 à 22,30 mM mL⁻¹, obtidas pelo método de sequestro do radical DPPH e ABTS^{•+}, respectivamente. Uma boa correlação foi demonstrada entre os dois métodos antioxidantes aplicados ($r^2 = 0,9102$, $p < 0,001$), constatação também confirmada nos estudos de Floegel et al. (2011).

O teor de fenólicos do suco Isabel Precoce relacionou-se à atividade antioxidante. Esta amostra exibiu o menor potencial antioxidante e também possui a menor concentração de fenólicos. Em sucos artesanais e comerciais de

uvas Bordô (*Vitis labrusca*), potencial antioxidante semelhante foi identificado (BURIN et al., 2010). Por outro lado, a relação entre fenólicos totais e atividade antioxidante não pode ser estabelecida para as demais amostras. Certamente, o potencial antioxidante de um produto não está relacionado apenas ao seu teor de fenólicos totais, mas também à composição de fenólicos.

4 CONCLUSÃO

Os sucos integrais elaborados atenderam à maior parte dos parâmetros estabelecidos no PIQ para sucos de uva, demonstrando a aptidão das uvas para processamento. Apenas o suco BRS Violeta e Tempranillo apresentaram relação SST/AT e açúcares totais fora dos limites preconizados, respectivamente. Contudo, essas inadequações podem ser facilmente corrigidas pelo manejo da data de colheita das uvas.

O perfil de ácidos orgânicos e açúcares, bem como os níveis de fenólicos totais e antocianinas monoméricas variaram em função da cultivar de uva. Os sucos elaborados com uvas viníferas apresentaram indicativos de serem bebidas mais adocicadas, enquanto os sucos de BRS Cora e BRS Violeta demonstraram maior acidez. Por outro lado, essas amostras exibiram níveis de antocianinas e atividade antioxidante superiores às demais amostras.

Acredita-se que a notável composição fenólica e poder antioxidante dos sucos de uva do VSF sejam atribuídos às condições climáticas e técnicas de cultivo particulares dessa região, que favorecem a síntese de compostos fenólicos. Portanto, as características desses sucos de uva indicam que as cultivares utilizadas são adequadas para o processamento e assim são mais uma opção de produto com valor agregado para agricultores do VSF.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido) e à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (FAFAR/UFMG) pela colaboração nas análises.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 18. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2007.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, Jan./Feb. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto nº 99.066, de 08 de março de 1990. Regulamenta a Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados do vinho e da uva. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 09 mar. 1990. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99066.htm>. Acesso em: 03 fev. 2014.

_____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000. Aprova os regulamentos técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa e suco de fruta, conforme consta no anexo II desta instrução normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarlegislacao.do?operacao=visualizar&id=7777>>. Acesso em: 03 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 24, de 08 de setembro de 2005. Aprova o manual operacional de bebidas e vinagres. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 set. 2005. Disponível em: <<http://www.ivegetal.com.br/legisla%20a7%20a3o%20referenciada/in%20n%20ba%2024%20de%20de%20setembro%20de%202005.htm>>. Acesso em: 03 fev. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 259, de 31 de maio de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 jun. 2010b. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CBRA_378.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 55, de 27 de julho de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/674051/pg-4-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-30-07-2004>>. Acesso em: 03 fev. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Suco de uva é alternativa de renda para produtores do Vale do São Francisco**. 2010a. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2010/11/26/suco-de-uva-e-alternativa-de-renda-para-produtores-do-vale-do-sao-francisco>>. Acesso em: 24 jun. 2011.

BURIN, V. M. et al. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 1027-1032, out./dez. 2010.

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

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

CASTILLA, P. et al. Concentrated red grape juice exerts antioxidant, hypolipidemic, and antiinflammatory effects in both hemodialysis patients and healthy subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 84, n. 1, p. 252-262, July 2006.

CASTILLO-MUÑOZ, N. et al. Flavonol 3-O-glycosides series of *Vitis vinifera* cv. Petit Verdot red wine grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 1, p. 209-219, Dec. 2009.

CORRÊA, L. C. et al. Development and validation of methodology for the determination of sugars in must, grape juice and different types of wine. In: World Congress of Food Science and Technology, 16., 2012, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: IUFOST, 2012a.

CORRÊA, L. C. et al. Development of methodology for the determination of organic acids in must, grape juice and wine by high performance liquid chromatography (HPLC). In: World Congress of Food Science and Technology, 16., 2012, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: IUFOST, 2012b.

DANI, C. et al. Intake of purple grape juice as a hepatoprotective agent in wistar rats. **Journal of Medicinal Food**, San Diego, v. 11, n. 1, p. 127-132, Mar. 2008.

DAUDT, C. E.; SIMON, J. A. Um método rápido para análise de glicose em mostos e sua quantificação em algumas cultivares do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 697-701, jul./ago. 2001.

DÁVALOS, A.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. Antioxidant properties of commercial grape juices and vinegars. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 93, n. 2, p. 325-330, Nov. 2005.

FLOEGEL, A. et al. Comparasion of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 7, p. 1043-1048, Nov. 2011.

FRANKEL, E. N. et al. Commercial grape juices inhibit the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 3, p. 834-838, Feb. 1998.

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

GOLLÜCKE, A. P. B. et al. Evolution of major phenolic components and radical scavenging activity of grape juices through concentration process and storage. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 112, n. 4, p. 868-873, Feb. 2009.

GURAK, P. D. et al. Quality evaluation of grape juice concentrated by reverse osmosis. **Journal of Food Engineering**, London, v. 96, n. 3, p. 421-426, Feb. 2010.

HIRSCH, R. **São Francisco Valley irrigated fruit production: an interesting alternative for new investments**. [S.l.]: Rabobank, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Suco de sabor uva é o mais consumido no Brasil**. Bento Gonçalves, 2011. Disponível em: <<http://www.sucodeuvadobrasil.com.br/noticias/suco-de-sabor-uva-e-o-mais-consumido-do-brasil>>. Acesso em: 24 jun. 2011.

LUCENA, A. P. S. et al. Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 23, n. 1, p. 30-36, Feb. 2010.

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

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em sucos de uva: composição e estabilidade. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, jan./jun. 2006.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 659-664, out./dez. 2005.

MANACH, C. et al. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 81, n. 1, p. 230-242, Jan. 2005.

MATO, I.; SUÁREZ-LUQUE, S.; HUIDOBRO, J. F. A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. **Food Research International**, Kidlington, v. 43, n. 10, p. 1175-1188, Dec. 2005.

_____. Simple determination of main organic acids in grape juice and wine by using capillary zone electrophoresis with direct UV detection. **Food Chemistry**, Kindlington, v. 102, n. 1, p. 104-112, May 2007.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2006**. Bento Gonçalves, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos>>. Acesso em: 22 jun. 2011.

_____. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2009**. Bento Gonçalves, 2010. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos>>. Acesso em: 23 jun. 2011.

_____. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2012**. Bento Gonçalves, 2013. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot137.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2014.

MULERO, J.; PARDO, F.; ZAFRILLA, P. Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 23, n. 6, p. 569-574, Sept. 2010.

MUÑOZ-ESPADA, A. C. et al. Anthocyanin quantification and radical scavenging capacity of Concord, Norton, and Marechal Foch grapes and wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 22, p. 6779-6786, Oct. 2004.

NATIVIDADE, M. M. P. et al. Optimization of the extraction and determination of monomeric anthocyanins in grape juice produced in the São Francisco Valley, Brazil. In: World Congress of Food Science and Technology, 16., 2012, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: IUFOST, 2012a.

_____. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, Amsterdam, v. 110, p. 665-674, Sept. 2013.

_____. Validation of the classical Folin-Ciocalteu method for the determination of total phenolics in grape juice. In: World Congress of Food Science and Technology, 16., 2012, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: IUFOST, 2012b.

ORDUÑA, R.M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. **Food Research International**, Kidlington, v. 43, n. 7, p. 1844-1855, Aug. 2010.

OSMAN, H. E. et al. Grape juice but not orange or grapefruit juice inhibits platelet activity in dogs and monkeys (*Macaca fascicularis*). **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 12, p. 2307-2312, Dec. 1998.

PARK, Y. K.; KIM, J.; KANG, M. Concord grape juice supplementation reduces blood pressure in Korean hypertensive men: double-blind, placebo controlled intervention trial. **BioFactors**, Oxford, v. 22, n. 1/4, p. 145-147, Jan. 2004.

POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778 p.

PINHEIRO, E. S. et al. Estabilidade físico-química e mineral do suco de uva obtido por extração a vapor. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 373-380, jul./set. 2009.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, Amsterdam, v. 26, n. 9, p. 1231-1237, May 1999.

RECAMALES, A. F. et al. The effect of time and storage conditions on the Phenolic composition and colour of white wine. **Food Research International**, Kidlington, v. 39, n. 2, p. 220-229, Mar. 2006.

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

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola Bento Gonçalves**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 24p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Analytical characteristics and discrimination of Brazilian commercial grape juice, nectar, and beverage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 93-97, jan./mar. 2012.

ROWE, C. A. et al. Regular consumption of concord grape juice benefits human immunity. **Journal of Medicinal Food**, San Diego, v. 14, n. 1/2, p. 69-78, Jan. 2011.

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

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

SHANMUGANAYAGAM, D. et al. Concord grape juice attenuates platelet aggregation, serum cholesterol and development of atheroma in hypercholesterolemic rabbits. **Atherosclerosis**, Oxford, v. 190, n. 1, p. 135–142, Jan. 2007.

SOYER, Y.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Organic acid profile of turkish white grapes and grape juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 16, n. 5, p. 629-636, Oct. 2003.

SPAYD, S. E. et al. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 53, n. 3, p. 171-182, Sept. 2002.

SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 23, p. 7449-7454, Oct. 2002.

UNIÃO BRASILEIRA DE VITIVINICULTURA. **Comercialização de vinhos e derivados elaborados no RS de 2008 a 2013, mercado interno e externo, em litros**. Bento Gonçalves, 2014. Disponível em: <<http://www.uvibra.com.br/pdf/comercializacao2008a2013.pdf>>. Acesso em: 01. fev. 2014.

VARGAS, P. N.; HOLZEL, S. C.; ROSA, C. S. Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 11-15, jan./mar. 2008.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. v. 2.

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

ARTIGO 3

**Perfil sensorial e aceitação por consumidores de sucos de uvas tropicais
produzidos no Vale do São Francisco, Brasil**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi descrever o perfil sensorial e avaliar a aceitação de sucos de uva elaborados com variedades que demonstraram boa adaptação no Vale do São Francisco. As variedades usadas foram: Isabel Precoce (*Vitis labrusca*), BRS Cora, BRS Violeta (uvas híbridas), Tempranillo, Syrah e Alicante Bouschet (*Vitis vinifera*). O perfil sensorial de sucos de uva foi gerado por um painel de nove julgadores treinados, usando a Análise Descritiva Quantitativa. A aceitação global das amostras foi avaliada por 120 consumidores usando a escala hedônica híbrida. A análise dos dados foi feita por ANOVA, Teste de Tukey, Análise de Componentes Principais, Mapa Interno de Preferência e Regressão por Mínimos Quadrados Parciais. Vinte descritores foram gerados pelo painel treinado. Os sucos Isabel Precoce e BRS Cora apresentaram perfil sensorial similar e diferiram de outros sucos devido à elevada intensidade de aroma e sabor fofoado e de frutas vermelhas. Os sucos de uvas *Vitis vinifera* foram caracterizados pelo sabor e aromas de rapadura e seco/chá. O suco BRS Violeta mostrou a maior intensidade de cor roxa, viscosidade aparente, corpo, acidez, amargor e aromas vegetais e de cozido. Todas as amostras tiveram uma boa aceitação, com média na escala hedônica de 5,5. Entretanto, a maior parte dos consumidores preferiu os sucos de uvas BRS Cora e Isabel Precoce. Amargor e aroma cozido foram correlacionados negativamente com a aceitação dos consumidores. As variedades testadas são adequadas para a produção de sucos de alta qualidade sensorial, destacando-se as uvas Isabel Precoce e BRS Cora.

Palavras-chave: Análise sensorial. Sucus de uva brasileiros. Análise descritiva quantitativa. Testes afetivos.

ABSTRACT

The aim of this study was to describe the sensory profile and evaluate the acceptance of grape juices elaborated from varieties that demonstrated good adaptation in the São Francisco Valley. The varieties used were: Isabel Precoce (*Vitis labrusca*), BRS Cora, BRS Violeta (hybrid grapes), Tempranillo, Syrah and Alicante Bouschet (*Vitis vinifera*). Using Quantitative Descriptive Analysis, the sensory profile of grape juices were generated by a panel of nine trained judges. The overall acceptance of the samples was evaluated by 120 consumers using the hybrid hedonic scale. The data analysis was performed by ANOVA, Tukey-test ($p \leq 0.05$), Principal Component Analysis, Internal Preference Mapping and Partial Least Square regression. Twenty descriptors were generated by the trained panel. The Isabel Precoce and BRS-Cora juices presented similar sensory profile, and differed from the other juices due to their highest intensity of fox and red fruit aroma and flavor. The *Vitis vinifera* grape juices were characterized by molasses (“rapadura”) and dry/tea aromas and flavors. BRS Violeta juice showed the highest intensity of purple color, visual viscosity, body, sourness, bitterness and cooked and vegetal aromas. All samples had a good acceptance, with average above 5.5 for hedonic scale. However, the majority of the consumers preferred the juices from BRS-Cora and Isabella grapes. Bitterness and cooked aroma were negatively correlated with consumer acceptance. The varieties tested are suitable for the production of juices with sensory quality high, highlighting the Isabel Precoce and BRS Cora grapes.

Key words: Sensory analysis. Brazilian grape juices. Quantitative descriptive analysis. Affective tests.

1 INTRODUÇÃO

A maior consciência dos consumidores sobre importância de uma alimentação adequada para a manutenção da saúde impulsiona o aumento do consumo e da comercialização de sucos de frutas, uma vez que estes são considerados alimentos de boa qualidade nutricional. O suco de uva figura como um dos sabores mais consumidos em países da América e Ásia (CABRERA et al., 2009). No Brasil, tendência semelhante é observada, sendo que o consumo per capita de suco de uva aumentou cerca de seis vezes na última década (IBRAVIN, 2011; MELLO, 2007).

A associação do consumo de suco de uva a uma alimentação saudável é principalmente devida à sua ação antioxidante no organismo, promovida por uma diversidade de compostos fenólicos (CAPANOGLU et al., 2013). Em um artigo de posicionamento da *American Dietetic Association* (ADA, 2004), o suco de uva aparece como um alimento com potencial funcional comprovado por estudos *in vivo*, *in vitro* e epidemiológicos, cujas evidências científicas são classificadas como “moderadas a fortes”. A frequência de consumo diário sugerida nos trabalhos pesquisados é de 230 mL a 470 mL.

Diversos autores defendem que o suco de uva é uma excelente bebida alternativa ao vinho, uma vez que possui níveis consideráveis de compostos fenólicos, tem palatabilidade agradável e por não ser alcoólico pode ser consumido por uma parcela mais ampla da população. Além disso, os compostos fenólicos do suco de uva possuem maior biodisponibilidade, por se encontrarem na forma glicosilada (CABRERA et al., 2009; DÁVALOS et al., 2006; HASLER, 2002; O'BYRNE et al., 2002; OSMAN et al., 1998).

A qualidade sensorial de sucos de uva está relacionada à presença equilibrada de nutrientes e compostos fenólicos, que contribuem para a definição do sabor, aroma e coloração. Os açúcares presentes na uva, representados pela

glicose e frutose, em combinação harmônica com os ácidos orgânicos, são os principais determinantes do sabor. Os compostos fenólicos, além de contribuírem para a definição da adstringência e estrutura dos sucos, também definem sua coloração, cuja intensidade será proporcional aos níveis de antocianinas (GOLLÜCKE; SOUZA, TAVARES, 2008; VENTURINI FILHO, 2010).

A elaboração de sucos de uva no Brasil pode ser feita com uvas tintas e brancas de variedades *Vitis labrusca* (ou americanas), *Vitis vinifera* ou híbridas. Sautter et al. (2005) afirmam que as uvas *Vitis labrusca* e seus híbridos representam 80% da produção brasileira de suco de uva. Estas variedades são caracterizadas pela doçura, aroma foxado e acentuada cor roxa, atributos bem preservados durante o processamento da bebida. As uvas viníferas respondem pela produção restante de suco de uva, sendo variedades tradicionalmente usadas para produção de sucos pelos europeus (GIOVANNINI, 2008; LANDBO; MEYER, 2001; VENTURINI FILHO, 2010).

No Brasil, os dois principais polos vinícolas são a região sul do país e o Vale do São Francisco (VSF), que localiza-se no nordeste brasileiro entre os paralelos 8° e 9° do hemisfério sul, com clima tropical semiárido e temperaturas elevadas durante todo o ano. As condições climáticas do local, associadas às práticas agrônômicas diferenciadas, favorecem a síntese de compostos fenólicos nas uvas cultivadas nessa região, que estão diretamente associadas às características físico-químicas e sensoriais dos produtos elaborados nesse local (HIRSCH, 2005; LUCENA et al., 2010).

Produtores da região do VSF têm investido esforços na seleção de uvas para elaboração de sucos de melhor qualidade, com a finalidade de fortalecer a produção dessa bebida. A avaliação das características sensoriais de sucos de uva é uma importante medida para direcionar o processo produtivo, uma vez que permite a definição das qualidades e deficiências de cada bebida e auxiliam a

escolha das variedades de uvas mais adequadas para processamento. Nesse contexto, Stone e Sidel (2004) afirmam que a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é um método científico largamente utilizado para avaliação sensorial de produtos e permite uma descrição completa dos atributos sensoriais de um alimento e sua respectiva intensidade.

Informações complementares às respostas obtidas na ADQ de um produto são fornecidas pelos testes afetivos. Os testes de aceitação são um dos métodos afetivos mais empregados para definir o quanto consumidores gostaram ou desgostaram de um produto. Nestes testes é possível conhecer as expectativas dos consumidores em relação ao produto elaborado e fazer uma previsão de sua aceitação no mercado (MINIM, 2006; STONE; SIDEL, 2004). Ainda não estão disponíveis pesquisas que descrevam a caracterização sensorial dos sucos integrais produzidos no VSF. Assim, o objetivo desse trabalho foi descrever o perfil sensorial e a aceitação por consumidores de sucos de uva elaborados com variedades que demonstraram boa adaptação no VSF.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras

Seis variedades de uvas tintas cultivadas na cidade de Petrolina – PE (Latitude 09°09'S e Longitude 40°24'W) no ano de 2011 foram usadas para produção experimental dos sucos integrais varietais: Isabel Precoce (*Vitis labrusca*), BRS Cora e BRS Violeta (híbridas), Tempranillo, Syrah e Alicante Bouschet (*Vitis vinifera*). Para elaboração dos sucos, empregou-se a técnica de extração à vapor proposta por Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998). Os sucos foram sulfitados (0,8 g de metabissulfito de potássio por litro de suco), engarrafados e mantidos em adega à 18°C ± 2°C até o momento das análises.

2.2 Condições dos testes

Os testes sensoriais foram conduzidos em cabines individuais do Laboratório de Degustação Enológica da Embrapa Semiárido (Petrolina/PE, Brasil). As amostras foram servidas em taças de cristal modelo ISO, codificadas com números aleatórios de três dígitos. Vidros de relógio ficaram à disposição dos provadores para melhor avaliação do aroma dos sucos. Servia-se uma alíquota de 30 mL de suco de uva, mantida à temperatura controlada ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

2.3 Análise descritiva quantitativa

A definição do perfil sensorial dos sucos de uva foi feita por meio do método da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) proposto por Stone e Sidel (2004), cujas etapas são descritas a seguir.

2.3.1 Recrutamento e pré-seleção de provadores

Em um primeiro momento, foram distribuídos questionários aos funcionários e bolsistas da Embrapa Semiárido que mostraram interesse em participar do estudo. Com base nas respostas dos questionários, foram selecionados dezoito provadores de acordo com a disponibilidade de tempo e frequência de consumo de suco de uva integral. Em seguida, foram aplicados testes para avaliar a memória sensorial (gustativa e olfativa) e o poder discriminativo dos provadores pré-selecionados.

Primeiramente, aplicou-se o teste de reconhecimento dos gostos básicos, no qual avaliou-se a capacidade dos provadores em distinguir os gostos: ácido, amargo, salgado e doce. Para tanto, os provadores receberam duas soluções de

cada gosto básico preparadas em concentrações sugeridas por Barnabé, Venturini Filho e Bolini (2007). Foram selecionados para a próxima etapa os candidatos que obtiveram no mínimo 60% de acertos e perceberam pelo menos um gosto ácido, um gosto doce, um gosto amargo e um gosto salgado.

Em seguida realizou-se o Teste de Reconhecimento de Aromas, no qual pesquisava-se a habilidade olfativa dos provadores na discriminação de aromas que podem estar presentes em bebidas derivadas da uva. Para a execução deste teste, foram selecionados dezesseis aromas (frutados, especiarias, caramelizados, vegetativos, florais, amadeirados, químicos e microbiológicos), cujas referências foram preparadas em duplicata. Candidatos que reconheciam no mínimo 70% dos aromas e conseguiam associar as duplas de todas as referências eram selecionados para a próxima etapa.

A terceira etapa consistia na aplicação de testes para avaliar o poder discriminativo e a repetibilidade dos candidatos. Foi realizado por quatro vezes um teste de diferença do controle (STONE; SIDEL, 2004), no qual o provador recebia em cada sessão uma amostra Padrão (suco de uva Isabel Precoce) e quatro amostras codificadas, que consistiam no Padrão adicionado de diferentes níveis de sacarose (0%, 2%, 4% ou 6%).

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Dunnett (5% de significância) foi aplicado para avaliar se as amostras diferiam-se no atributo sabor. Como o teste indicou que as amostras eram diferentes ($p < 0,001$) foi feita a ANOVA (fontes de variação: amostra e repetição) dos dados de cada candidato e selecionou-se aqueles que apresentaram capacidade de discriminar as amostras ($pF_{amostra} < 0,50$), reprodutibilidade ($pF_{repetição} \geq 0,05$) e avaliação consensual com a equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991). Ao final dessas três etapas, foram selecionados dezesseis provadores.

2.3.2 Desenvolvimento de terminologia descritiva

O método de rede descrito por Moskowitz (1983) foi empregado no desenvolvimento da terminologia descritiva. Os sucos de uva foram apresentados aos pares aos provadores selecionados, que descreveram as similaridades e diferenças observadas para cada par de amostras quanto à aparência, aroma, sabor e textura (sensações bucais). Foram realizadas três sessões com a avaliação de três pares de amostras em cada sessão. Após quantificação dos termos, foi feita uma reunião com toda a equipe de provadores, na qual os descritores de cada atributo (aparência, aroma, sabor e textura) foram apresentados e consensualmente agrupados e/ou eliminados. A equipe também participou da elaboração da definição dos termos selecionados e de suas respectivas referências de intensidade. Ao final, obteve-se uma lista com vinte termos descritivos (Tabela 1), que foram usados para a confecção da ficha de ADQ das amostras estudadas.

2.3.3 Treinamento e seleção dos provadores

Foi montada uma mesa com as referências de intensidade dos vinte termos descritivos definidos na etapa anterior. Cada provador passou por duas ou mais sessões de treinamentos, até que se familiarizasse com a lista de termos descritivos, suas definições, as referências disponíveis na mesa e o preenchimento da ficha de ADQ.

Para a seleção da equipe final, os provadores avaliaram quatro amostras de sucos de uva (Isabel Precoce, BRS Cora, Tempranillo e Alicante Bouschet), em três repetições. As amostras eram apresentadas de forma monádica. Os dados individuais dos provadores foram submetidos à ANOVA (fontes de variação: amostra e repetições) e plotados em gráficos para visualização do consenso.

Tabela 1 Lista dos termos descritores, definições e referências para cada atributo sensorial dos sucos de uva

Aparência	Definição	Referências
Cor roxa	Intensidade de coloração arroxeada presente no suco de uva tinto integral.	<i>Pouco intensa:</i> Cor 5/4 da página 5RP do guia de cores Munsell® (MUNSELL COLOR CHARTS, 1977). <i>Muito intensa:</i> Cor 3/4 da página 5RP do guia de cores Munsell® (MUNSELL COLOR CHARTS, 1977).
Cor vermelha	Intensidade de coloração avermelhada/vinho presente no suco de uva tinta integral.	<i>Pouco intensa:</i> Cor 5/6 da página 5R do guia de cores Munsell® (MUNSELL COLOR CHARTS, 1977). <i>Muito intensa:</i> Cor 3/8 da página 5R do guia de cores Munsell® (MUNSELL COLOR CHARTS, 1977).
Translucidez	Capacidade do suco de transmitir a luz que passa através dele; ausência de partículas em solução; característica de sucos com pouca turbidez, opacos.	<i>Pouco intensa:</i> Suco de uvas BRS Violeta concentrado. Preparo: evaporação de 1/3 do volume em chapa aquecedora (80°C) durante 30 minutos. <i>Muito intensa:</i> Suco sabor uva “Kapo/Del Valle” (Linhares, ES).
Viscosidade Aparente	Característica referente à densidade dos sucos de uva, percebida ao girar o copo com a bebida.	<i>Pouca:</i> Água. <i>Muita:</i> Óleo de soja Soya (Gaspar, PR).
Aroma		
Rapadura/ Melaço	Aroma característico de produtos derivados de açúcar (rapadura, melaço, açúcar mascavo).	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Forte:</i> Raspas de rapadura “Laje Bonita” (Quipapá, PE).
Foxado	Aroma característico de suco de uva e uvas labrusca.	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Forte:</i> Néctar de uva “Del Valle” (Linhares, ES).

Tabela 1, continua

Aroma	Definição	Referências
Frutas Vermelhas	Aroma característico de frutas vermelhas (morango, amora, framboesa).	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Forte:</i> Chá de frutas do bosque “Dr. Oetker” (São Paulo, SP). Preparo: infusão de 1 sachê (1g) em 100 mL de água fervente, por 5 minutos.
Seco/Chá	Aroma característico de chá preto, semente de uva, engaço, madeira, ráquis, palha.	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Forte:</i> Chá preto “Leão” (Eucaliptos, PR). Preparo: infusão de 1 sachê de chá (1g) em 50 mL de água fervente, por 5 minutos.
Vegetal (fresco)	Aroma característico de grama cortada, eucalipto, menta, erva cidreira.	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Forte:</i> Grama recém-cortada.
Floral	Aroma característico de flores como violeta e rosa.	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Forte:</i> Suco de uva fortificado com essência floral. Preparo: 1 gota de essência Violette nº 6 (Le Nez du Vin – Les Vins Rouges) em 50 mL de suco de uva Isabel Precoce.
Cozido	Aroma de uvas cozidas e/ou grãos cozidos.	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Forte:</i> Resíduo (casca e semente) gerado na produção artesanal de suco de uva Isabel Precoce a vapor (100° C ± 2°C).
Sabor		
Foxado	Sabor associado à presença de uvas labrusca; característico de suco de uva.	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Muito:</i> Néctar de uva “Del Valle” (Linhares, ES).
Frutas vermelhas	Sabor associado à presença de frutas vermelhas (morango, amora, framboesa).	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Muito:</i> Suco de uva adicionado de chá de frutas do bosque “Dr. Oetker”. Preparo: infusão de um sachê de chá (1g) em 50 mL de água fervente, por 5 minutos; em seguida, fez-se a adição do chá preparado em 100 mL de suco de uva Isabel Precoce.

Tabela 1, conclusão

Sabor	Definição	Referências
Rapadura/Melaço	Sabor associado a produtos derivados de açúcar (rapadura, melaço, açúcar mascavo).	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Muito:</i> Rapadura “Laje Bonita” (Quipapá, PE).
Seco/Chá	Sabor associado à maceração da uva, râquis e semente.	<i>Nenhum:</i> Água. <i>Muito:</i> Suco de uva adicionado de chá preto “Maratá” (Itaporanga D’Ajuda, SE). Preparo: infusão de um sachê de chá (1g) em 50 mL de água fervente, por 5 minutos; em seguida, fez-se a adição do chá preparado a 100 mL de suco de uva Isabel Precoce.
Gosto doce	Gosto associado à presença de açúcares.	<i>Pouco:</i> Solução de sacarose 0,8%. <i>Muito:</i> Suco de uva Isabel Precoce adicionado de 4% de sacarose.
Gosto ácido	Gosto “azedo”, associado à presença de ácidos orgânicos (tartárico, cítrico e málico).	<i>Pouco:</i> Solução de ácido tartárico 0,02%. <i>Muito:</i> Suco de uva Isabel Precoce adicionado de 0,5% de ácido tartárico.
Gosto amargo	Gosto característico de solução cafeinada.	<i>Pouco:</i> Solução de cafeína 0,03%. <i>Muito:</i> Suco de uva Isabel Precoce adicionado de 0,12% de cafeína.
Textura		
Adstringência	Sensação bucal de “secura”, “amarração”, “travamento”.	<i>Pouca:</i> Solução de tanino enológico 0,01%. <i>Muita:</i> Suco de uva Isabel Precoce adicionado de 0,06% de tanino enológico.
Corpo	Sensação de volume na boca, preenchimento; sensação de bebida densa.	<i>Pouco:</i> Suco BRS Cora diluído (1:1, v v ⁻¹). <i>Muito:</i> Suco de uva BRS Cora concentrado. Preparo: evaporação de 1/3 do volume em chapa aquecedora (80°C) por 30 minutos.

Foram selecionados nove provadores que apresentaram desempenho satisfatório, segundo os critérios de Damásio e Costell (1991): bom poder discriminativo ($pF_{\text{amostra}} < 0,50$), reprodutibilidade ($pF_{\text{repetição}} \geq 0,05$) e julgamento consensual com a equipe em pelo menos 80% dos descritores avaliados.

2.3.4 Avaliação das amostras

Para definição do perfil sensorial dos sucos de uva, os nove provadores selecionados avaliaram cada uma das seis amostras em quatro repetições. Os sucos foram servidos aos provadores monadicamente, em ordem balanceada de apresentação (WAKELING; MACFIE, 1995). A intensidade dos termos descritivos de cada atributo foi avaliada em escala não estruturada de 9 centímetros, com os termos de intensidade ancorados em seus extremos. Os dados obtidos foram submetidos às seguintes análises estatísticas: ANOVA (fontes de variação: amostra, provador, interação amostra-provador), Teste de Tukey (5% de significância) e Análise de Componentes Principais (ACP). O *software* Statistical Analysis System (SAS) versão 9.1.3 (SAS, 2003) foi utilizado para realização das análises estatísticas.

2.4 Teste de aceitação com consumidores

A aceitação das seis amostras foi avaliada por 120 consumidores de suco de uva recrutados na Embrapa Semiárido. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da sessão sensorial. Os atributos aparência, sabor, aroma e impressão global de cada amostra foram avaliados utilizando-se escala hedônica híbrida proposta por Villaneuva e Silva (2009). Os sucos de uva foram servidos em ordem balanceada de apresentação

(WAKELING; MACFIE, 1995). Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e Teste de Tukey (5% de significância), empregando o programa SAS 9.1.3 (SAS, 2003). O Mapa Interno de Preferência (MDPREF) foi obtido por técnica multivariada (MACFIE; THOMSON, 1988). Os dados de aceitação foram correlacionados ao perfil sensorial dos sucos de uva, por meio de Regressão por Quadrados Mínimos Parciais (*Partial Least Square Regression – PLS*). As análises multivariadas foram realizadas com o auxílio do *software* XLSTAT versão 7.5.3 (XLSTAT, 2005).

A intenção de compra dos consumidores foi analisada para conhecer a atitude dos consumidores em relação aos sucos de uva elaborados, utilizando o procedimento descrito por Meilgaard, Civillie e Caar (1991). Foi empregada escala de 5 pontos, na qual o valor 1 correspondia à resposta “certamente não compraria o produto” e o valor 5 à “certamente compraria o produto”. Os resultados foram estratificados em um gráfico em função de cada amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil sensorial dos sucos de uva

Na Tabela 2 são apresentados os resultados referentes ao perfil sensorial dos sucos de uva, com base nos vinte termos descritivos gerados pelo painel de provadores treinados.

Pode-se observar que o suco Isabel Precoce foi descrito pelos provadores como uma bebida translúcida de coloração vermelha intensa, marcada por forte aroma foxado e notas de frutas vermelhas. O aroma floral também foi percebido em maior intensidade neste suco.

Tabela 2 Médias dos descritores sensoriais dos sucos de uva obtidos pela Análise Descritiva Quantitativa

Descritor	Isabel Precoce	BRS Cora	BRS Violeta	Tempranillo	Syrah	Alicante Bouschet
Cor roxa	2,17 e	5,08 d	8,32 a	7,21 b	7,07 b	6,08 c
Cor vermelha (vinho)	5,63 a	2,97 b	2,61 b	1,07 c	0,73 c	0,69 c
Translucidez	5,04 a	1,88 b	0,84 c	1,49 b	1,48 b	1,65 b
Viscosidade Aparente	1,15 c	2,84 b	5,02 a	2,58 b	2,17 b	2,92 b
Aroma de rapadura/Melaço	0,05 b	0,70 b	0,76 b	5,90 a	5,13 a	5,15 a
Aroma foxado	6,61 a	4,34 b	1,74 c	0,08 d	0,26 d	0,51 d
Aroma de frutas vermelhas	3,38 a	1,50 b	0,39 c	0,54 c	0,22 c	0,28 c
Aroma seco/chá	0,04 c	1,07 b	2,06 a	1,96 a	1,97 a	2,44 a
Aroma vegetal (fresco)	0,61 b	0,67 ab	1,26 a	0,61 b	0,43 b	0,56 b
Aroma floral	0,83 a	0,33 b	0,49 b	0,19 b	0,28 b	0,19 b
Aroma cozido	0,05 c	0,42 c	3,49 a	1,16 b	1,50 b	1,35 b
Sabor foxado	6,53 a	4,11 b	1,21 c	0,14 d	0,25 d	0,47 d
Sabor de frutas vermelhas	3,15 a	1,21 b	0,34 c	0,17 c	0,26 c	0,38 c
Sabor seco/chá	0,06 d	1,08 c	3,17 a	2,32 b	2,39 b	2,40 b
Sabor de rapadura/melaço	0,06 c	0,40 c	0,26 c	6,03 a	5,08 b	4,45 b
Gosto doce	5,14 a	4,14 bc	1,96 d	4,81 ab	4,59 ab	3,76 c
Gosto ácido	1,21 c	2,05 b	3,58 a	1,06 c	1,08 c	1,78 bc
Gosto amargo	0,33 e	0,98 cd	2,27 a	1,63 b	0,81 de	1,53 bc
Adstringência	0,90 c	2,32 b	3,46 a	3,55 a	1,48 c	2,27 b
Corpo	1,65 d	3,49 bc	4,78 a	3,51 bc	2,76 c	3,68 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo Teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Rizzon, Miele e Meneguzzo (2000) afirmam que o aroma floral característico da uva Isabel é definido pelo antranilato de metila, facilmente percebido em uvas maduras. Na ADQ conduzida por Mascarenhas et al. (2010), os provadores também identificaram na uva Isabel um aroma característico mais intenso em relação às uvas viníferas avaliadas. Em relação ao sabor, o suco se destaca pelo gosto doce, sabor foxado e de frutas vermelhas. Além disso, o suco exibiu pouca adstringência e corpo, características que configuram uma bebida leve. Certamente, a menor adstringência dessa bebida deve-se ao baixo teor de taninos, que representam apenas 12% do conteúdo total de compostos fenólicos (NATIVIDADE et al., 2013).

O perfil sensorial do suco BRS Cora foi definido de forma muito semelhante ao suco Isabel Precoce. Para os provadores, esta bebida apresenta nuances avermelhadas e cor roxa mais intensa que o suco Isabel. Camargo e Maia (2004) relataram em comunicado técnico que, embora a BRS Cora seja híbrida, é uma uva bastante viável para produção de sucos, especialmente por apresentar coloração intensa e características de aroma e sabor típicos das tradicionais uvas *Vitis labrusca*. O aroma foxado, descrito como “aroma característico de suco de uva” apresenta-se marcante nesta bebida, embora a intensidade tenha sido inferior àquela descrita para o suco Isabel Precoce. Quanto ao sabor, além do gosto doce e do sabor foxado, o gosto ácido apresentou-se mais pronunciado, denotando um sabor mais equilibrado. Barnabé, Venturini Filho e Bolini (2007) confirmam que bebidas elaboradas com uvas labruscas e híbridas são marcadas pelo “sabor típico de uva”.

O suco BRS Violeta obteve perfil sensorial bastante diferenciado. A ADQ indicou que essa bebida apresenta cor roxa com intensidade próxima ao limite superior da escala. Na caracterização do perfil fenólico de sucos integrais produzidos com uvas labruscas, viníferas e híbridas, Natividade et al. (2013) identificaram no suco de uva BRS Violeta níveis de antocianinas até quinze

vezes superiores à concentração média dos demais sucos, o que denota a intensidade de cor dessa bebida. A viscosidade aparente foi outro atributo relacionado à aparência que destacou-se no suco BRS Violeta.

Por ser uma uva híbrida, cuja genealogia é proveniente de uvas *Vitis labruscas*, o suco de uva BRS Violeta apresentou moderado aroma foxado. O aroma cozido destacou-se nesse suco, sendo que este aroma é mais tradicionalmente detectado em sucos produzidos com uvas viníferas, conforme descreve Venturini Filho (2010). O aroma fresco (vegetal) apresentou-se relevante no suco BRS Violeta. Além disso, outra característica marcante do suco foi o acentuado gosto ácido e amargo e na textura destacaram-se os descritores adstringência e corpo. Na avaliação sensorial de sucos de uva integrais, Pontes et al. (2010) detectaram nas amostras analisadas perfil sensorial semelhante ao suco BRS Violeta, marcado pela maior intensidade de cor, adstringência e gosto amargo.

Na aparência do suco Tempranillo, a coloração roxa foi o descritor mais relevante. Em relação às características olfativas, esta bebida foi marcada pelo intenso aroma de rapadura, associado ao aroma chá/seco. Além disso, este suco apresentou sabor intenso de rapadura e também exibiu um marcante gosto doce e amargor mediano. No atributo textura, o suco Tempranillo foi identificado como a bebida mais adstringente. Gollücke, Souza e Tavares (2008) associam o amargor e a adstringência à presença de compostos fenólicos, especialmente aos taninos.

Os demais sucos elaborados com uvas *Vitis Viniferas* apresentaram descritores de aparência muito semelhantes àqueles identificados no suco Tempranillo, com exceção da cor roxa, que foi um pouco menos intensa na amostra Alicante Bouschet. Os descritores relacionados ao aroma não diferiram significativamente nos três sucos viníferas, que apresentaram perfil aromático muito parecido, caracterizado pelo aroma de rapadura e seco/chá.

O Suco Alicante Bouschet apresentou gosto doce com intensidade inferior às demais amostras viníferas e acidez superior. De modo geral, os descritores de aroma seco/chá e rapadura se destacaram no sabor do suco Syrah e Alicante Bouschet. Possivelmente, tanto o aroma quanto o sabor de rapadura percebidos nos sucos de uvas viníferas deve-se à caramelização dos açúcares, um fenômeno que de acordo com Rizzon, Manfroi e Meneguzzo (1998) ocorre durante a extração a vapor. Como as demais amostras praticamente não desenvolveram esse perfil, acredita-se que uvas viníferas sejam mais susceptíveis à essas reações. Além disso, Venturini Filho (2010) relata que as uvas viníferas perdem o frescor com mais facilidade durante o processamento, assumindo gosto de cozido, que apareceu nos sucos de uvas viníferas em menor intensidade, porém em nível superior aos sucos Isabel Precoce e BRS Cora.

Na Figura 1 é apresentada a ACP das amostras avaliadas, que por meio dos dois componentes principais (eixo I e II) explicam 84,54% da variabilidade existente entre os sucos de uva. Muñoz, Civille e Carr (1992) afirmam que, quanto mais distante um vetor estiver da origem, maior será a influência da variação. Com base nesse pressuposto, pode-se inferir que os termos descritivos gerados para os sucos de uva correspondem a variações de grande influência.

Os sucos Isabel Precoce e BRS Cora estão localizados no mesmo quadrante do gráfico da ACP, confirmando a semelhança do perfil sensorial destas amostras. Ambas as amostras próximas aos vetores de aroma/sabor foxado e de frutas vermelhas, cor vermelha. Para o suco BRS Violeta, percebe-se a confirmação do seu perfil sensorial bastante distinto em comparação com as demais amostras. No quadrante em que esta amostra está inserida, observa-se que os vetores referentes aos descritores gosto ácido/amargo, aroma de cozido/vegetal e corpo estão direcionados para o suco BRS Violeta. Por outro lado, o vetor do gosto doce está em direção oposta a esse suco, confirmando a pouca doçura identificada pelos provadores.

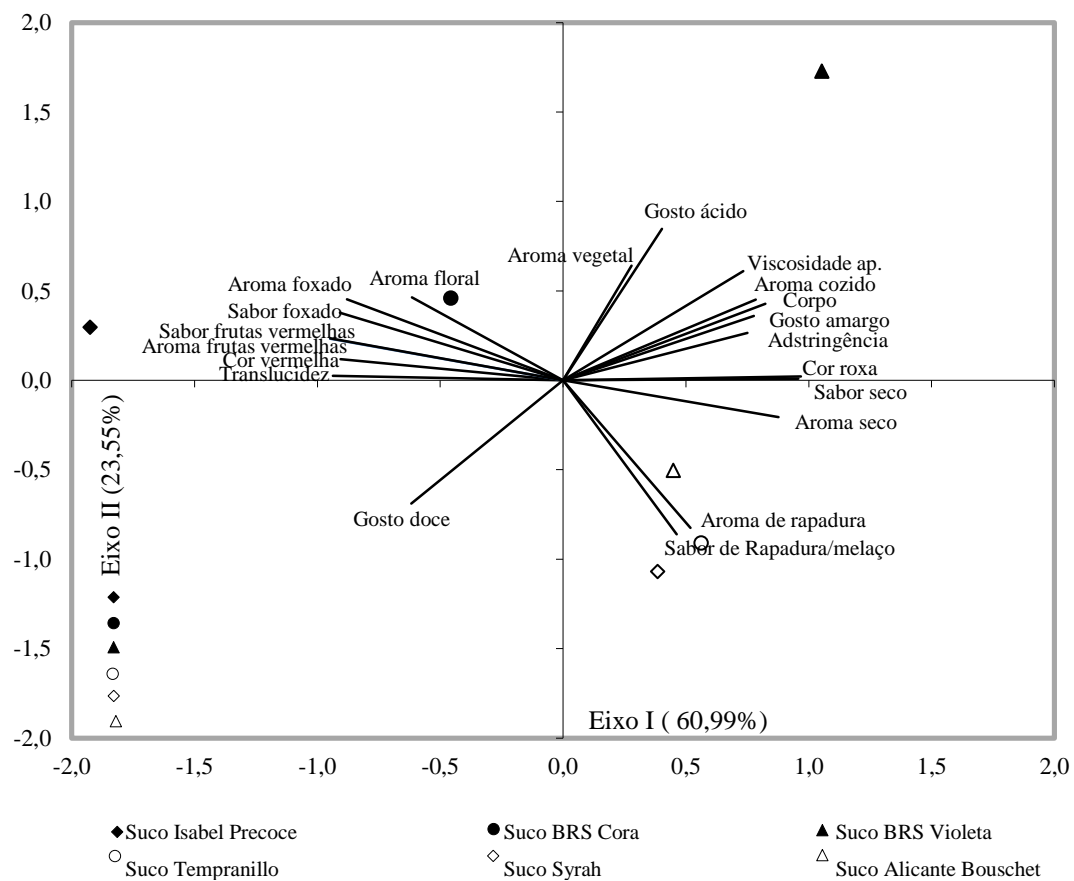


Figura 1 Análise de componentes principais (ACP) dos sucos de uva

Os sucos Tempranillo, Syrah e Alicante Bouschet estão localizados no mesmo quadrante do gráfico da ACP, demonstrando a similaridade do perfil sensorial dessas amostras, que são descritas especialmente pelo intenso aroma e sabor de rapadura, aroma seco e coloração roxa. Além disso, o vetor do gosto doce está próximo aos sucos das uvas viníferas Tempranillo e Syrah, bem como do suco Isabel Precoce e BRS Cora, amostras que foram classificadas como as bebidas mais doces.

3.2 Aceitação por consumidores

Na Tabela 3 são mostrados os dados referentes à aceitação dos sucos de uva por 120 consumidores, em relação aos atributos aparência, aroma, sabor e impressão global.

Tabela 3 Médias de aceitação dos sucos de uva por consumidores

Tratamento	Aparência	Aroma	Sabor	Impressão global
Isabel Precoce	5,75 c	6,83 a	6,76 a	6,61 a
BRS Cora	7,61 a	6,68 a	6,81 a	6,96 a
BRS Violeta	7,36 a	6,39 a	5,21 b	5,65 b
Tempranillo	6,77 b	5,68 b	5,82 b	5,93 b
Syrah	6,65 c	5,43 b	5,46 b	5,66 b
Alicante Bouschet	7,33 a	5,32 b	5,57 b	5,72 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Com base nestes resultados, observou-se que as amostras estudadas apresentaram aceitação significativamente diferente. Nota-se que a aparência dos sucos BRS Cora, BRS Violeta e Alicante Bouschet foi preferida em relação às demais. De acordo com o Institute of Food Technologists (1981), dentro do aspecto aparência, a coloração é um determinante na escolha de um produto.

A predileção dos consumidores por estas três amostras pode ter sido influenciada pelo fato destas bebidas apresentarem as maiores médias de viscosidade aparente, o que acredita-se ser importante para o consumidor de suco de uva integral, uma vez que uma viscosidade superior remete à ideia de uma bebida mais concentrada. Vale lembrar que a aparência é um atributo fundamental, pois é o primeiro aspecto a ser julgado no momento da compra.

Em relação ao aroma, os sucos de uva Isabel Precoce, BRS Cora e BRS Violeta foram os preferidos, enquanto que os sucos de uvas viníferas foram menos aceitos, não havendo diferença significativa entre eles. Possivelmente, tal fato está associado ao perfil aromático dos sucos *Vitis vinifera*, com destaque para o aroma de rapadura, pouco característico quando se trata de suco de uva. Embora esse aroma e sabor não sejam marcantes nos sucos de uvas labruscas, que são as bebidas mais consumidas pelos brasileiros, a aceitação pelos europeus poderia ser bastante diferente, uma vez que esses consumidores estão habituados a ingerirem sucos de uvas *Vitis vinifera*, que são as únicas cultivares permitidas para utilização na elaboração de sucos, de acordo com Landbo e Meyer (2001).

Esses achados permitem afirmar que os consumidores têm preferência por bebidas que possuem aroma característico de suco de uva, ou seja, aroma foxado. Segundo Tecchio, Miele e Rizzon (2007), os aromas e sabores foxado e frutado são típicos de uvas labruscas e híbridas. Essa predileção justifica a produção predominante de uvas *Vitis labrusca* e híbridas para processamento de suco no país (SAUTTER et al., 2005).

Em relação ao sabor, os sucos Isabel Precoce e BRS Cora foram preferidos, escolha certamente associada à presença do aroma e sabor foxado e de frutas vermelhas, que associados ao gosto doce promovem a obtenção de uma bebida sensorialmente agradável. Tais preferências culminaram em uma impressão global compatível com os resultados relacionados ao sabor. Ou seja, os consumidores preferiram os sucos BRS Cora e Isabel Precoce.

Apesar do suco de uva BRS Violeta ser elaborado com uvas híbridas, esta bebida não esteve presente entre os sucos melhor aceitos pelo consumidor. A baixa doçura deste suco demonstrada pela ADQ, associada à maior acidez possivelmente determinaram sua menor aceitabilidade. Venturini Filho (2010) afirma que o consumidor brasileiro tem preferência por sucos de uva mais doces, ao contrário dos europeus, que optam por bebidas menos doces e mais ácidas.

De forma geral, pode-se verificar que maior parte dos atributos foram avaliados com notas próximas ou superior à média 6, que correspondem à porção da escala com aceitação favorável. Segundo Muñoz, Civile e Carr (1992), alimentos com esse perfil possivelmente apresentam-se dentro dos limites de aceitação para produtos de qualidade comercial. Pontes et al. (2010) reportam que sucos de uva integral são produtos muito bem aceitos pelos consumidores brasileiros. O Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN, 2011) comprova a aceitação do suco de uva no mercado nacional e aponta para a superação da tradicional hegemonia do suco de laranja.

A Figura 2 representa o Mapa Interno de Preferência (MDPREF), que demonstra a variação das amostras em relação à aceitabilidade pelos consumidores, bem como suas preferências individuais. As duas dimensões do MDPREF (eixos I e II) explicam 60,91% da variabilidade das respostas. A separação espacial dos consumidores sugere a existência de grupos diferentes. Pode-se observar que a maior parte dos consumidores se concentraram próximos aos sucos BRS Cora e Isabel Precoce. Um grupo menor de consumidores localizaram-se próximos aos sucos de uva Tempranillo, Syrah e Alicante Bouschet, amostras com perfil sensorial similar, que foram menos aceitas. O suco BRS Violeta confirmou sua diferenciação, sendo aceito por poucos consumidores. A correlação entre os atributos sensoriais e a aceitação por consumidores é demonstrada na Figura 3.

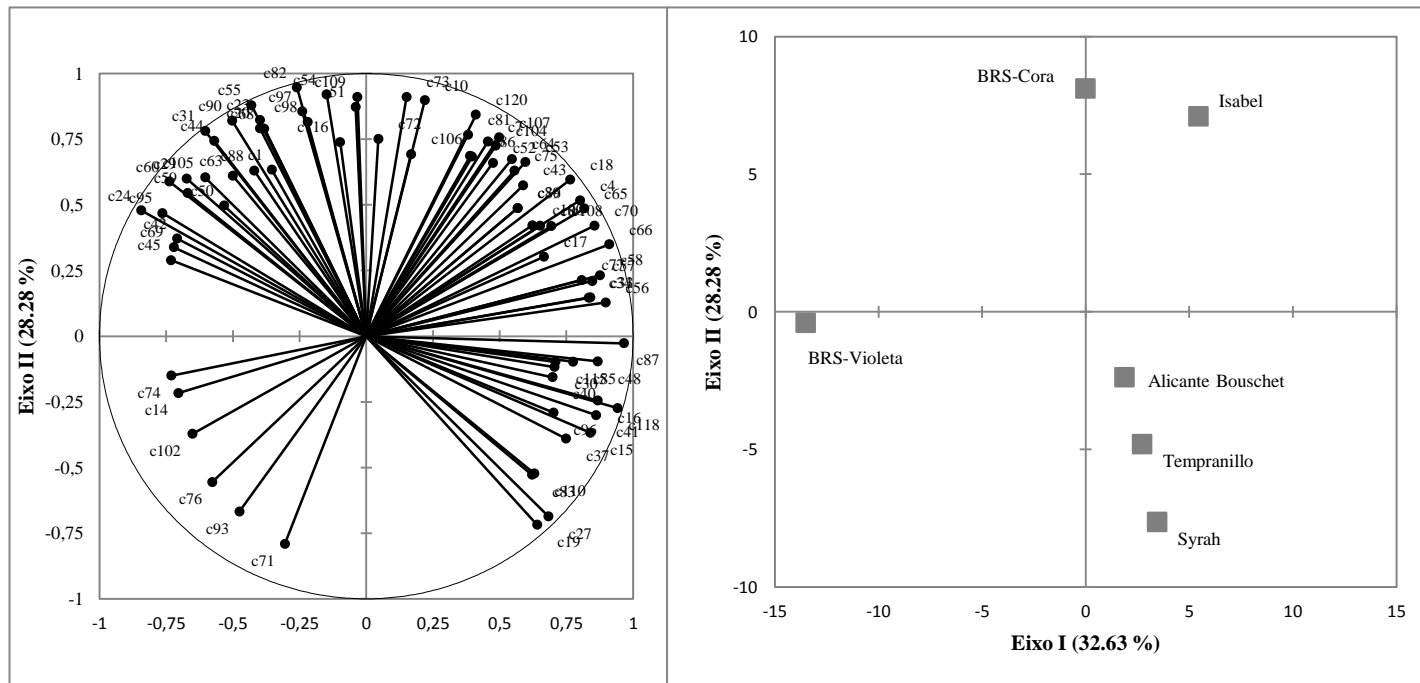


Figura 2 Mapa Interno de Preferência dos sucos de uva, avaliado por 120 consumidores

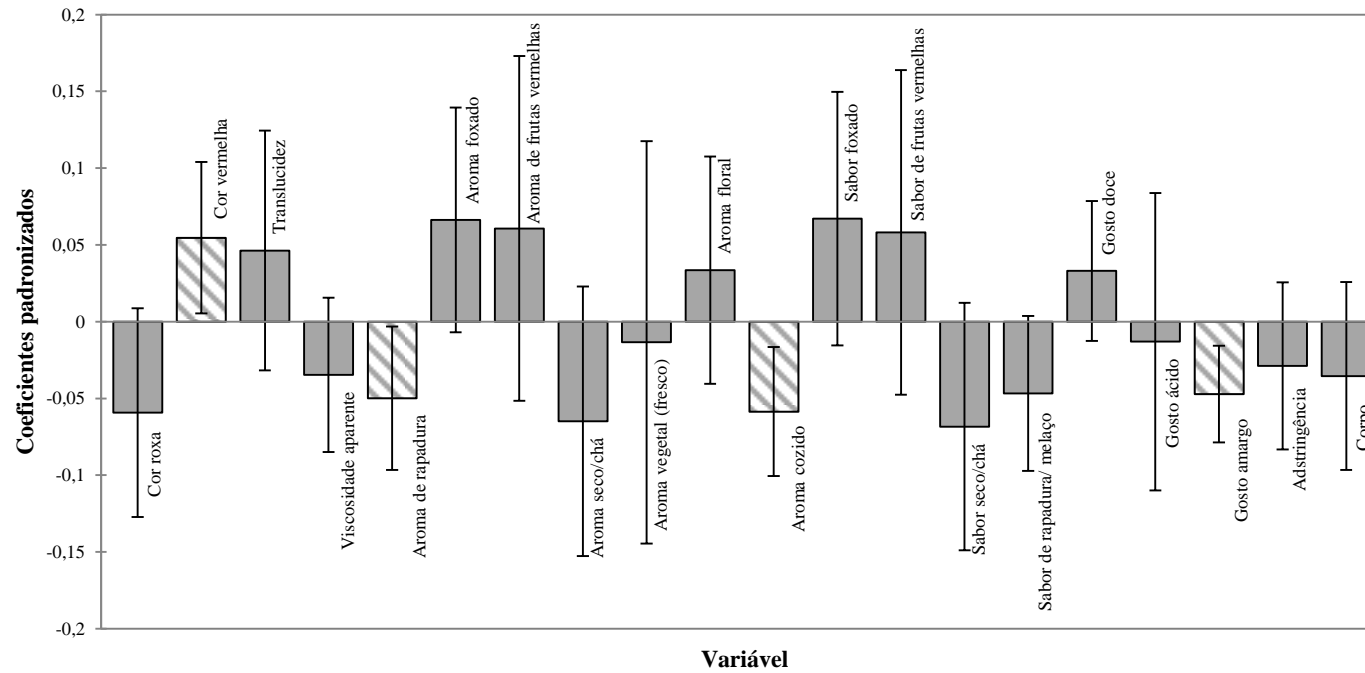


Figura 3 Coeficientes padronizados da regressão PLSR do perfil sensorial e aceitação dos sucos de uva

É possível observar que quatro descritores sensoriais apresentaram correlação significativa com os resultados de aceitação. A cor vermelha foi o único atributo que mostrou correlação positiva com a aceitação das amostras. Na descrição obtida pela ADQ, esse descritor apresentou maiores médias no suco Isabel Precoce e BRS Cora, que foram as amostras prediletas.

Gosto ácido, aroma cozido e de rapadura foram descritores sensoriais que se correlacionaram negativamente com a aceitação dos consumidores. O suco BRS Violeta, que no MPRED foi evidenciado como a bebida menos preferida, possui em destaque dois dos três atributos (acidez e aroma cozido) relacionados à baixa aceitação. Já os sucos produzidos com uvas *Vitis vinifera*, que tiveram menores índices de preferência pelos consumidores, foram descritos pelo intenso aroma de rapadura, atributo que a regressão por PLS confirma ser correlacionada negativamente com a aceitação.

Na Figura 4 está apresentada a intenção de compra dos consumidores caso as amostras de suco estivessem disponíveis para comercialização.

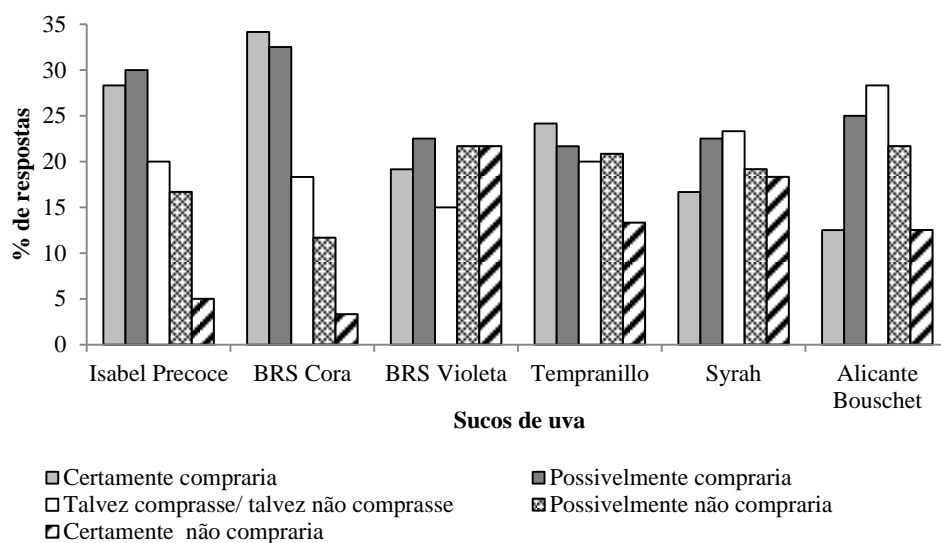


Figura 4 Intenção de compra dos consumidores

Com base nesta figura, observou-se que a intenção de compra referente aos sucos Isabel Precoce e BRS Cora se concentra nas respostas “certamente compraria” e “possivelmente compraria”, confirmando assim a aceitabilidade demonstrada pelos consumidores e o potencial de mercado desses produtos. Apenas uma pequena porcentagem de indivíduos não comprariam esses sucos. Por outro lado, os sucos produzidos com uvas *Vitis Vinifera* exibiram respostas mais equilibradas entre as cinco alternativas, o que demonstra que os consumidores não elegeram estes sucos como preferidos. Cerca de 50% dos consumidores que avaliaram o suco BRS Violeta não optariam por esse produto no momento da compra, uma atitude influenciada pela menor aceitação do perfil sensorial identificado.

4 CONCLUSÃO

Os vinte termos descritivos gerados pela equipe de provadores treinados para descrever o perfil sensorial dos sucos de uva foram adequados para a discriminação das amostras.

Os sucos Isabel Precoce e BRS Cora apresentaram perfil sensorial bastante similar, marcados especialmente pelo aroma e sabor fofo e de frutas vermelhas. Estas bebidas obtiveram a maior aceitação do consumidor, que confirmaram intenção de comprá-las.

Os sucos de uvas viníferas foram classificados por um perfil sensorial semelhante, no qual se destacou o aroma e sabor de rapadura e intensidade de cor roxa. Já o suco BRS Violeta foi identificado por um perfil sensorial peculiar, marcado pela acidez, pouca doçura, amargor, corpo e aroma de cozido, sendo que alguns desses descritores tiveram correlação com a menor aceitação dessa amostra.

Por fim, esta investigação demonstrou que os sucos de uva avaliados possuem qualidade sensorial satisfatória e que os consumidores brasileiros possuem maior predileção por bebidas elaboradas com uvas *Vitis labrusca* e híbridas, em detrimento aos sucos produzidos com cultivares *Vitis vinifera*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido) pela colaboração nas análises.

REFERÊNCIAS

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: functional foods. **Journal of The American Dietetic Association**, Philadelphia, v. 104, n. 5, p. 814-826, May 2004.

BARNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W. G.; BOLINI, H. M. A. Análise descritiva quantitativa de vinhos produzidos com uvas Niágara Rosada e Bordô. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 122-129, abr./jun. 2007.

CABRERA, S. G. et al. Effects of processing time and temperature on the quality components of campbell grape juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 33, n. 8, p. 347-360, June 2009.

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

CAPANOGLU, E. et al. Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 139, n. 1-4, p. 521-526, Aug. 2013.

DAMASIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DÁVALOS, A. et al. Quercetin is bioavailable from a single ingestion of grape juice. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Abingdon, v. 57, n. 5-6, p. 391-398, Aug./Sept. 2006.

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

GOLLÜCKE, A. P. B.; SOUZA, J. C.; TAVARES, D. Q. Sensory stability of Concord and Isabel concentrated grape juices during storage. **Journal of Sensory Studies**, Malden, v. 23, n. 3, p. 340-353, June 2008.

HASLER, C. M. Functional foods: benefits, concerns and challenges - a position. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 132, n. 12, p. 3772-3781, Dec. 2002.

HIRSCH, R. **São Francisco Valley irrigated fruit production: an interesting alternative for new investments**. [S.l.]: Rabobank, 2005.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory evaluation division: guidelines for the preparation and review of papers reporting sensory evaluation date. **Food Technology**, Chicago, v. 35, n. 4, p. 16-17, Dec. 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Suco de sabor uva é o mais consumido no Brasil**. Bento Gonçalves, 2011. Disponível em: <<http://www.sucodeuvadobrasil.com.br/noticias/suco-de-sabor-uva-e-o-mais-consumido-do-brasil>>. Acesso em: 24 jun. 2011.

LANDBO, A.; MEYER, A. S. Ascorbic acid improves the antioxidant activity of European grape juices by improving the juices' ability to inhibit lipid peroxidation of human LDL in vitro. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 727-735, May 2001.

LUCENA, A. P. S. et al. Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 23, n. 1, p. 30-36, Feb. 2010.

MACFIE, H. J.; THOMSON, D. M. H. Preference mapping and multidimensional scaling. In: PIGGOT, J. R. **Sensory Analysis of Foods**. 2nd ed. London: Elsevier Applied Science, 1988.

MASCARENHAS, R. J. et al. Avaliação sensorial de uvas de mesa produzidas no Vale do São Francisco e comercializadas em João Pessoa – PB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 993-1000, dez. 2010.

MEILGAARD, M. R.; CIVILLIE, G. V. ; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2 nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1991.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2006**. Bento Gonçalves, 2007. Disponível em:
<<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos>>. Acesso em: 22 jun. 2011.

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

MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983.

MUNSELL COLOR CHARTS. **Munsell® Color charts for plant tissues**. New York: Munsell, 1977.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

NATIVIDADE, M. M. P. et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, Amsterdam, v. 110, p. 665-674, Sept. 2013.

O'BYRNE, D. J. et al. Comparison of the antioxidant effects of Concord grape juice flavonoid and α -tocopherol on markers of oxidative stress in healthy adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, n. 6, p. 1367-1374, Dec. 2002.

OSMAN, H. E. et al. Grape juice but not orange or grapefruit juice inhibits platelet activity in dogs and monkeys (*Macaca fascicularis*). **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 12, p. 2307-2312, Dec. 1998.

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

RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola Bento Gonçalves**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 24p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 115-121, abr. 2000.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS Version 9.1.3**. Cary: SAS Institute, 2003.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004.

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

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. v. 2.

VILLANUEVA, N. D. M.; SILVA, M. A. A. P. Comparative performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 1-12, Jan. 2009.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from to may be tested. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 299-308, Oct./Dec. 1995.

XLSTAT. **XLSTAT Version 7.5.3**. New York: Addinsoft Institute, 2005.