



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

ÂNGELA ROSSI MARCON

**AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE ÁGUA EXÓGENA EM SUCO DE UVA
ELABORADO POR DIFERENTES PROCESSOS**

CAXIAS DO SUL

2013

ÂNGELA ROSSI MARCON

**AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE ÁGUA EXÓGENA EM SUCO DE UVA
ELABORADO POR DIFERENTES PROCESSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade de Caxias do Sul, para obtenção de grau de Mestre em Biotecnologia e Gestão Vitivinícola, área de concentração em Viticultura e Gestão.

Orientadora Profa. Dra. Regina Vanderlinde
Co-Orientadora: Dra. Sandra Valduga Dutra

CAXIAS DO SUL

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS - BICE - Processamento Técnico

M521a Marcon, Ângela Rossi
Avaliação da incorporação de água exógena em suco de uva elaborado por diferentes processos / Ângela Rossi Marcon. 2013.
63 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2013.
Orientação: Prof. Dr. Regina Vanderlinde

1. Suco de uva. 2. Biotecnologia. 3. Isótopos. I. Título.

CDU : 634.8.077

Índice para catálogo sistemático:

1. Suco de uva	634.8.077
2. Biotecnologia	57.08
3. Isótopos	544.02

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Carolina Machado Quadros – CRB 10/2236.

ÂNGELA ROSSI MARCON

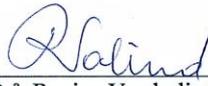
**AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE ÁGUA EXÓGENA EM SUCO DE UVA ELABORADO POR
DIFERENTES PROCESSOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia e Gestão Vitivinícola da Universidade de Caxias do Sul, visando à obtenção de grau de Mestre em Biotecnologia e Gestão Vitivinícola.

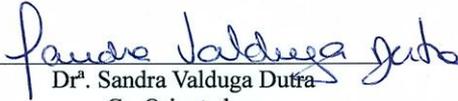
Orientadora: Dr^a. Regina Vanderlinde

Co-orientadora: Dr^a. Sandra Valduga Dutra

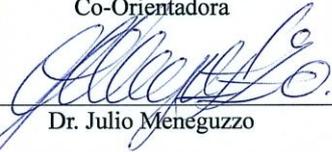
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 12 DE AGOSTO DE 2013.



Dr^a. Regina Vanderlinde
Orientadora



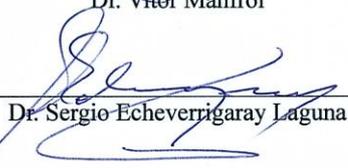
Dr^a. Sandra Valduga Dutra
Co-Orientadora



Dr. Julio Meneguzzo



Dr. Vitor Manfroi



Dr. Sergio Echeverrigaray Laguna

Às pessoas mais especiais em minha vida: meus pais Jones João e Jones Teresinha, minha irmã Paula, minha vó Rosalina e meu amor João Carlos Taffarel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

À minha família pelo carinho, apoio e incentivo.

Ao amor da minha vida, João Carlos Taffarel, pessoa muito especial que está sempre ao meu lado, me incentivando e me apoiando em todos os momentos.

À Dra. Regina Vanderlinde pela oportunidade de participar desta pesquisa e pela orientação.

À Dra. Sandra Valduga Dutra pela importante colaboração, incentivo, auxílio e amizade em todas as etapas deste trabalho.

Ao corpo docente por terem acreditado na constituição do curso e por entenderem a necessidade de qualificação profissional para o setor vitivinícola. À secretaria do curso, em especial à Sra. Cláudia Benatto, por estar sempre à disposição para atender as dúvidas.

Agradeço aos professores Dr. Gabriel Pauletti e Dr. Sérgio Laguna Echeverrigaray, da Comissão de Acompanhamento e da Banca de Qualificação pelas valiosas correções, sugestões e contribuições para a melhoria deste trabalho.

Ao Dr. Júlio Meneguzzo e ao Dr. Vitor Manfroi por terem disponibilizado seu tempo e aceitado participarem da Banca Examinadora.

Aos colegas, amigos e estagiários do Laboratório de Referência Enológica, em especial à Fernanda Spinelli, Carlos André Roani e Douglas Rodrigues pelo auxílio na coleta das amostras; ao amigo Gilberto João Carnieli pelas correções finais; à Susiane Leonardelli pela realização das análises isotópicas; à Mariana Rodrigues Ferreira e Jéssica Panassol Menegat por estarem sempre dispostas a colaborar; e à amiga Vanessa Webber pelos momentos de descontração e amizade.

Ao colega Leandro Venturin pela parceria na coleta das amostras e articulador com os produtores das agroindústrias de suco da região.

Às agroindústrias Essência da Serra, em Nova Petrópolis em nome do Sr. Paulo Andreola; Sítio Palmará, em Antonio Prado, Sr. Elio e Sra. Jane Chilanti; Pérola da Terra, também em Antônio Prado, Sr. Volmir e Sra. Jocelei Forlin; Sucos Del Nino, em Nova Roma do Sul, Sr. Vitorino e Sra. Lucia Comin; e à Cooperativa de Produtores Ecológicos de Garibaldi (Coopeg), em Garibaldi, Sra. Salete Arruda, Sra. Rosa Ferranti e Sra. Marlova Costi que cederam sua estrutura, tempo e funcionários para que este trabalho pudesse ser

desenvolvido.

Ao Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN) e à Secretaria da Agricultura, Pesca e Agronegócio do Estado do Rio Grande do Sul (SEAPA) pela disponibilidade dos equipamentos, materiais e instalações para realização deste trabalho.

*“Por mais raro que seja, ou mais antigo,
Só um vinho é deveras excelente.
Aquele que tu bebes, docemente,
Com teu mais velho e silencioso amigo”.*

Mário Quintana.

RESUMO

Os sucos de uva podem ser elaborados por diferentes processos, entre eles destacam-se as panelas extratoras por arraste de vapor que são utilizadas principalmente por agroindústrias e pequenos produtores. Estes sucos são de excelente qualidade, porém têm gerado discussões em relação a não concessão ou renovação do registro desses produtos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que alega a possibilidade de incorporação de água proveniente do vapor que é utilizado para extração do suco. Por esta razão e para que estes sucos continuem sendo uma fonte de renda para as agroindústrias e pequenos produtores e sejam bem aceitos no mercado, torna-se necessário o conhecimento aprofundado das características e da composição dos mesmos. Neste trabalho foram estudadas uvas e sucos das variedades Isabel, Bordô e Concord, durante as safras de 2011 e 2012, elaborados através de trocador de calor, panelas extratoras e panelas extratoras com adaptação, com o objetivo de determinar a quantidade de água incorporada e os teores de resveratrol e compostos fenólicos totais dos sucos de uva produzidos por estes processos. Realizou-se análise da razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) e razão isotópica de carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) através de espectrometria de massa, resveratrol por cromatografia líquida e análises físico-químicas clássicas conforme metodologias oficiais do MAPA. Os resultados deste estudo mostraram que nos sucos elaborados por trocador de calor não ocorreu incorporação de água. Os sucos de panela extratora apresentaram uma incorporação de água média de 16% enquanto que os sucos elaborados por panela extratora adaptada a um sistema de extração de vapor foi de 6%, quando comparados ao °Brix. Levando-se em consideração a razão isotópica do oxigênio não foi possível determinar a porcentagem de água incorporada, devido ao fracionamento isotópico que ocorre no aquecimento das uvas durante o processo. Os sucos elaborados com a cultivar Bordô apresentaram maior concentração de resveratrol e compostos fenólicos totais quando comparados ao suco da cultivar Isabel. Os teores de resveratrol dos sucos elaborados com panela extratora são significativamente mais elevados que os sucos elaborados com trocador de calor para as duas variedades estudadas. O suco elaborado através das panelas extratoras, mesmo com uma pequena incorporação de água, é um suco de qualidade e a extração de compostos fenólicos e resveratrol é significativa.

Palavras chave: suco de uva, panela extratora, água exógena, razão isotópica, resveratrol.

ABSTRACT

The grape juice can be produced by process different, between them stands the cookers extractors by drag that are used principally for agroindustry and small producers. This juices are of excellent quality, however it has generated discussion about not granting or renewal of registration of these products by the Ministerio of Agriculture, Livestock and Agribusiness (MAPA), it claims the possibility of incorporating water from the steam that is used for juice extraction. For this reason and for these juices remain a source of income for small farmers and agroindustry and are well accepted in the market it becomes necessary in-depth knowledge of the characteristics and composition. In this work were studied grapes and juices of varieties Isabel, Bordô and Concord, from the harvest of 2011 and 2012, obtained by heat exchanger, cookers extractor and cookers extractor with adaptation in order to determine the amount of water incorporated and the levels of resveratrol and phenolic compounds of grape juice produced by these processes. Analysis was performed using the oxygen isotope ratio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) and carbon isotope ratio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) by mass spectrometry, resveratrol by liquid chromatography and physicochemical analyzes classical by methodology as official MAPA. The results of this study showed that the juices produced by the heat exchanger was not water incorporation. Juices in cooker extractor had a water incorporation by 16% while the juices made with cooker extractor adapted to a vapor extraction system was 6%, compared to the ° Brix. Taking into account the isotopic ratio of oxygen was not possible to determine the percentage of water incorporated due to isotopic fractionation that occurs in grapes during the heating process. Juices prepared with cultivar Bordô showed higher resveratrol and total phenolic compounds compared to the juice of cultivar Isabel. The levels of resveratrol of juices made with cookers extractor are significantly higher than juices made with heat exchanger for the two varieties. The juice produced by cookers extractor even with a small addition of water, is a juice quality and the extraction of phenolic compounds and resveratrol is quite significant.

Key-words: grape juice, extractor cooker, exogen water, isotopic ratio, resveratrol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do processo de elaboração do suco de uva.....	24
Figura 2 - Sistema tubular de trocador de calor.....	26
Figura 3 - Esquema da panela extratora por arraste de vapor	28
Figura 4 - Efeitos climáticos e geográficos no fracionamento isotópico de oxigênio na água.....	32
Figura 5 - Panela extratora para elaboração de suco em escala industrial	35
Figura 6 - Panela extratora para elaboração de suco em escala laboratorial	36
Figura 7 - Painelas extratoras aquecidas através de caldeira.....	38
Figura 8 - Painelas extratoras aquecidas através de fornalha	39
Figura 9 - Painelas extratoras aquecidas através de vaso de aquecimento	39
Figura 10 - Painelas extratoras aquecidas através de queimador a óleo diesel	40
Figura 11 - Sistema de adaptação para panela extratora	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padrões de identidade e qualidade estabelecidos para suco de uva integral.....	19
Tabela 2 - Concentrações naturais de isótopos estáveis (em átomos %).....	29
Tabela 3 - Valores de °Brix, isótopos de carbono e oxigênio (‰) de uva e suco da variedade Isabel, elaborados em escala industrial	44
Tabela 4 - Valores de °Brix e isótopos de oxigênio (‰) de uva e suco das variedades Bordô/Concord e Isabel elaborados em panela extratora, escala laboratorial, safra 2012	46
Tabela 5 - Incorporação máxima de água em sucos elaborados em panela extratora, escala laboratorial (variedades Bordô/Concord e Isabel, safra 2012), levando-se em consideração o rendimento em peso da uva e suco final.....	46
Tabela 6 - Resultados das análises físico-químicas do suco de uva safra 2012	47
Tabela 7 - Resultados das análises de resveratrol e compostos fenólicos totais em suco de uva, safra 2012.....	50
Tabela 8 - Resultados do °Brix e 18O/16O do suco de uva, safra 2012.....	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO SUCO DE UVA NO BRASIL	17
2.2	VARIETADES UTILIZADAS NA ELABORAÇÃO DO SUCO NO BRASIL	17
2.3	DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO PRODUTO	17
2.4	ASPECTO SENSORIAL DO SUCO DE UVA	20
2.5	BENEFÍCIOS DO SUCO DE UVA	21
2.6	SISTEMAS DE ELABORAÇÃO DO SUCO DE UVA INTEGRAL.....	23
2.6.1	Extração por trocador de calor	25
2.6.2	Panela extratora por arraste de vapor	27
2.7	ISÓTOPOS ESTÁVEIS	28
2.7.1	Isótopos estáveis de carbono em sucos	30
2.7.2	Isótopos estáveis de oxigênio em suco de uva.....	31
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1	AMOSTRAGEM.....	34
3.1.1	Elaboração de suco por trocador de calor, escala industrial, safra 2011	34
3.1.2	Elaboração de suco por panela extratora, escala industrial, safra 2011	35
3.1.3	Elaboração de suco por panela extratora, escala laboratorial, safra 2012	35
3.1.4	Elaboração de suco por trocador de calor, escala industrial, safra 2012.....	36
3.1.5	Elaboração de suco por panela extratora, escala industrial, safra 2012	37
3.1.5.1	Aquecimento da água através de caldeira	37
3.1.5.2	Aquecimento da água através de fornalha.....	38
3.1.5.3	Aquecimento da água através de vaso de aquecimento	39
3.1.5.4	Aquecimento da água através de queimador a óleo diesel.....	40
3.1.6	Elaboração do suco por panela extratora adaptada com sistema de extração de vapor	41

3.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	41
3.3	ANÁLISE DAS RAZÕES ISOTÓPICAS	42
3.4	CÁLCULO DA INCORPORAÇÃO DE ÁGUA PELA ANÁLISE ISOTÓPICA DE OXIGÊNIO	42
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DOS SUCOS ELABORADOS POR PANELA EXTRATORA E TROCADOR DE CALOR, ESCALA INDUSTRIAL, SAFRA 2011	44
4.2	CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DOS SUCOS ELABORADOS POR PANELA EXTRATORA, ESCALA LABORATORIAL, SAFRA 2012	45
4.3	CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DOS SUCOS ELABORADOS POR PANELA EXTRATORA E TROCADOR DE CALOR, ESCALA INDUSTRIAL, SAFRA 2012	47
4.3.1	Resultados das análises físico-químicas dos sucos, safra 2012	47
4.3.2	Resultados de °Brix e razão isotópica ¹⁸O/¹⁶O da água.....	52
5	CONCLUSÕES	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

O suco de uva é uma bebida não fermentada e no Brasil é elaborado principalmente a partir de uvas *Vitis labrusca* das variedades Isabel, Bordô e Concord. A produção de *Vitis labrusca* representa aproximadamente 88% do total da produção de uvas do Rio Grande do Sul. A elaboração do suco de uva propicia uma alternativa econômica para as indústrias vinícolas tradicionais, pequenos produtores vitivinícolas e agroindústrias como incremento da renda familiar e agregação de valor. Sua comercialização tem aumentado significativamente nos últimos anos.

Os sucos de uva podem ser elaborados por diferentes processos, entre eles, o processo de panela extratora que é de fácil execução, apresenta baixo custo de implantação e resulta em sucos de boa qualidade. Porém o aquecimento na extração do suco é realizado por arraste de vapor ou água aquecida, podendo resultar na incorporação de água. Por esta razão, tal processo tem gerado discussões por parte do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em relação a não concessão ou renovação do registro desse produto. Para que estes sucos continuem sendo uma fonte de renda para as agroindústrias e pequenos produtores e sejam bem aceitos no mercado nacional e internacional, torna-se necessário o conhecimento aprofundado de suas características e composição.

A aplicação da análise isotópica do oxigênio da água no suco de uva poderia ser uma importante ferramenta para determinar a presença de água exógena durante o processo de elaboração, pois poderá ter uma correlação entre o conteúdo isotópico de oxigênio da água do mosto e do suco. O principal fator que afeta o valor isotópico do oxigênio da água é o fracionamento de isótopos que ocorre nos processos de evaporação e condensação do ciclo da água.

O suco de uva possui compostos fenólicos benéficos para a saúde humana, como por exemplo, o resveratrol, que é o estilbeno mais estudado, produzido pelas plantas em resposta a infecções microbianas ou “stress”, tratamentos químicos e exposição à luz ultravioleta. Sua concentração nos sucos varia de acordo com a variedade, origem geográfica, ação de patógenos e processos de elaboração.

Neste contexto foram elaborados sucos em agroindústrias da Serra Gaúcha, através de panela extratora por arraste de vapor, panela extratora adaptada a um sistema de extração de vapor e trocador de calor (utilizado como controle) com o objetivo de determinar a quantidade de água incorporada nesses sucos, utilizando-se a análise da razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) e do °Brix. Também foram determinadas a razão isotópica de carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$),

análises físico-químicas clássicas, teores de resveratrol e compostos fenólicos totais para uma melhor classificação e conhecimento das características desses sucos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO SUCO DE UVA NO BRASIL

A comercialização e produção de suco de uva vêm crescendo anualmente. Em 2007, a comercialização de suco de uva no mercado interno foi de 37.563.837 L. Em 2012, foi de 85.420.226 L, representando um aumento de mais de 127%. A cada ano o crescimento é de aproximadamente 20% (UVIBRA, 2013).

O consumo per capita de suco de uva no Brasil é de 4,01 L. Em outros países como no México, o consumo é de 17,3 L, na Europa 35,5 L e nos Estados Unidos em torno de 54,5 L. O consumo nessas regiões evidencia que o suco de uva produzido no Brasil tem potencial de crescimento¹.

Muitas famílias de agricultores estão buscando agregar valor na produção através da elaboração de suco de uva com equipamentos denominados panelas extratoras por arraste de vapor que são de fácil utilização e baixo custo de investimento.

As panelas extratoras por arraste de vapor tiveram seu primeiro registro concedido pelo MAPA em 1993. Hoje, estima-se que o RS possui 125 agroindústrias registradas e 800 famílias envolvidas, que produzem 2.990.000 L de suco ao ano. Ao todo no Brasil são 183 unidades com mais de 1.100 famílias envolvidas².

2.2 VARIEDADES UTILIZADAS NA ELABORAÇÃO DO SUCO NO BRASIL

As variedades de *Vitis labrusca* e seus híbridos constituem a base da produção de vinhos de mesa e de suco de uva no Brasil, representando mais de 85% do volume de uvas industrializadas no país. As variedades mais utilizadas são Concord, Isabel e Bordô, que apresentam elevada capacidade produtiva e baixa susceptibilidade às principais doenças fúngicas que atacam a videira (CAMARGO et al., 2005). A produção gaúcha de uvas Concord, em 2013, também chamada de Francesa, foi de 34.214.551 kg. A variedade Isabel (Brasileira), mais produzida no Rio Grande do Sul teve uma produção de 232.258.713 kg em 2013. A produção da variedade Bordô, também chamada de Ives, foi de 102.744.514 kg (SEAPA, 2013).

¹ Comunicação pessoal do Sr. Carlos Raimundo Paviani.

² Comunicação pessoal do Sr. Leandro Venturin.

Para a elaboração do suco deve-se ter uma uva com um bom nível de maturação, sanidade, adequada relação açúcar/acidez e aroma e sabor agradáveis bem definidos. Os sucos elaborados com uva de variedades *Vitis vinifera* perdem o frescor e adquirem um gosto de cozido por ocasião do processamento (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Além das diferentes variedades de uva, existem também diferentes tipos de manejo para a produção de uvas. Além do manejo convencional, o manejo orgânico tem se destacado nos últimos anos. Este cultivo é atualmente praticado no mundo todo e não utiliza substâncias químicas, como pesticidas e fertilizantes sintéticos (ASAMI et al., 2003; LOMBARDI-BOCCIA et al., 2004) e é muito utilizado nas uvas para a elaboração de suco.

2.3 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO PRODUTO

Segundo o decreto do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, nº 99.066 de 08 de março de 1990, suco de uva é a bebida não fermentada obtida do mosto simples, sulfitado ou concentrado, de uva sã, fresca e madura, sendo tolerada a graduação alcoólica de no máximo 0,5% v/v (BRASIL, 1990). O suco é o líquido límpido ou turvo extraído da uva por meio de processos tecnológicos adequados. É uma bebida não fermentada, de cor, aroma e sabor característicos, devendo ser submetido a tratamento que assegure sua apresentação e conservação até o momento do consumo. Quanto à cor, o suco pode ser classificado como tinto, rosado e branco (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Quanto ao processamento e constituição, o suco pode ser classificado em suco de uva simples ou integral, reprocessado adoçado, reconstituído, concentrado ou desidratado. O suco integral deve ser sem adição de açúcares. Por sua vez, o suco reprocessado adoçado poderá ser adicionado de açúcar na quantidade máxima de um décimo em peso (10%) dos açúcares do mosto, devendo constar no rótulo a declaração suco de uva adoçado (BRASIL, 1990). O suco reconstituído é obtido pela diluição de suco concentrado ou desidratado, até a concentração original do suco integral ou ao teor de sólidos solúveis mínimo (14°Brix), estabelecido no padrão de identidade e qualidade do suco de uva integral, sendo obrigatório constar no rótulo a origem do suco utilizado para sua elaboração, se concentrado ou desidratado, sendo opcional o uso da expressão “reconstituído” (BRASIL, 2008). Para o suco que for parcialmente desidratado deverá constar no rótulo a sua concentração, devendo ser denominado de suco de uva concentrado, sendo vedada a adição de açúcar. O suco desidratado é o produto obtido pela desidratação do suco de uva, cujo teor de umidade não exceda a três centésimos (3%) (BRASIL, 1990). Outro tipo de produto bastante consumido é

o néctar, bebida não fermentada, obtida da diluição com água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato, adicionado de açúcares, destinada ao consumo direto (BRASIL, 2009a) devendo conter no mínimo cinquenta por cento de polpa ou suco de uva (BRASIL, 2012).

Os sucos de uva devem seguir parâmetros determinados pelo MAPA e ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (Tabela 1).

Tabela 1 - Padrões de identidade e qualidade estabelecidos para suco de uva integral

Análise	Mín	Máx	Referência
Grau alcoólico (%v/v)	X	0,5	Dec. nº 99066 de 08/03/90 ¹
Anidrido sulfuroso total (g.L ⁻¹)	X	0,2	Resolução nº 04/88 ³
Sólidos solúveis totais (°Brix)	14	x	IN nº 01 de 07/01/00 ²
Acidez total (g % ác.tartárico)	0,41	x	IN nº 01 de 07/01/00 ²
Acidez volátil (g % ác. acético)	X	0,05	IN nº 01 de 07/01/00 ²
Ácido sórbico (mg.L ⁻¹)	X	1000	Resolução nº 04/88 ³
Ácido benzóico (mg.L ⁻¹)	X	1000	Resolução nº 04/88 ³
Carbono (%C3)	Integral ou Simples	100	Dec. nº 99066 de 08/03/90 ¹
	Adoçado	90	Dec. nº 99066 de 08/03/90 ¹
Soma do ácido sórbico e benzóico (mg. L ⁻¹)	X	1000	Resolução nº 04/88 ³

Fonte: ¹ Brasil, 1990; ² Brasil, 2000; ³ Anvisa, 1988.

A composição química do suco de uva depende essencialmente da variedade de origem, da maturação, da variação climática e dos tratamentos a que o produto é submetido (MARZAROTTO, 2005). É também influenciada pela tecnologia de elaboração utilizada, principalmente pelo tempo e temperatura de extração (CABRERA et al., 2008; FRANKEL et al., 1998; RIZZON et al., 1998). Além da água, o suco de uva possui um elevado teor de açúcares. A acidez do suco é devida principalmente à presença dos ácidos tartárico, málico e cítrico. Esses ácidos orgânicos lhe conferem um pH baixo, garantindo um equilíbrio entre os gostos doce e ácido (RIZZON; MIELE, 1995). A acidez volátil é constituída pelo conjunto dos ácidos graxos da série acética presente nas uvas ou provenientes do processamento (CURVELO-GARCIA, 1988). Entre os elementos minerais, destacam-se o elevado teor de potássio, cálcio, magnésio e fósforo e o baixo teor de sódio, manganês, ferro, cobre, zinco, lítio e rubídio (RIZZON; MIELE, 1995).

Encontram-se também compostos fenólicos responsáveis pela cor, adstringência e estrutura, sendo os mais importantes as antocianinas, os taninos e os ácidos fenólicos (MIELE

et al., 1990). Os compostos fenólicos são substâncias encontradas em frutas, verduras e bebidas. A quantidade e a qualidade destes compostos nos sucos dependem principalmente da variedade, clima, solo e práticas de cultivo (SZENDE et al., 2000; LANDRAULT et al., 2002; CASTELLARI et al., 2002; WATERHOUSE, 2002). Os principais compostos fenólicos presentes na uva são os flavonóides (antocianinas, flavanóis e flavonóis), os estilbenos (resveratrol) e os ácidos fenólicos (derivados dos ácidos cinâmicos e benzóicos).

2.4 ASPECTO SENSORIAL DO SUCO DE UVA

O suco de uva tinto deve apresentar cor violácea “viva” típica da variedade da qual foi elaborado. Em relação ao olfato, o suco de uva brasileiro caracteriza-se por apresentar aroma intenso de *Vitis labrusca*. O aroma típico das bebidas elaboradas com uvas desta variedade caracterizam-se pelo aroma “foxado”, o qual torna-se um descritor positivo e muito apreciado pelos consumidores de suco de uva. O termo “foxado” se refere a vegetal e não a animal, como o nome poderia sugerir, já que deriva do inglês “fox” que significa raposa (TECCHIO et al., 2007). Essa característica aromática é considerada agradável pelos consumidores brasileiros, americanos e japoneses (RIZZON; MENEGUZZO, 2007, CAMARGO; MAIA, 2004).

O suco integral deve ter características organolépticas marcantes da fruta que o gerou. Deve apresentar um gosto doce predominante, mas não excessivo em relação à sua acidez. Uma das qualidades mais desejadas é o equilíbrio entre o gosto doce e ácido. Na boca, não deve apresentar gosto de cozido, de mofo ou outro gosto estranho desagradável (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

A presença de cristais de bitartarato de potássio no fundo do recipiente, além de fragmentos de película e de semente, mesmo que muitas vezes seja considerado um fator de genuinidade, não é favorável à qualidade do suco de uva (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

O suco integral é um produto com a maior intenção de compra e maior aceitação, se comparado ao néctar ou ao suco reconstituído. Em uma avaliação com provadores treinados, o suco integral apresentou equilíbrio entre os atributos doçura, amargor e adstringência, e foi, juntamente com o néctar, o suco mais apreciado, e, no entanto, é o menos consumido por trata-se de um produto mais caro que o néctar e o reconstituído. Constatou-se que os consumidores apreciam os produtos de uva, cujos atributos sensoriais são percebidos em alta intensidade e apresentam equilíbrio entre si. Os néctares estão mais disponíveis comercialmente, possuem embalagens mais práticas e menor preço, o que, provavelmente,

tem influência no consumo. O suco de uva em sua concentração original e sem adição de outros ingredientes é uma bebida que agrega benefícios nutricionais e funcionais, aportando antioxidantes à alimentação em quantidades importantes (PONTES et al., 2010).

2.5 BENEFÍCIOS DO SUCO DE UVA

Nutricionalmente, o suco de uva é comparado com a própria uva, pois na sua composição estão todos os constituintes principais tais como açúcares, minerais, ácidos, vitaminas e compostos fenólicos (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Os polifenóis são encontrados nas uvas e agem contra o envelhecimento do organismo. Essas substâncias reduzem a oxidação de outras moléculas, diminuindo, por exemplo, a quantidade de radicais livres. Uma pesquisa feita no Hospital das Clínicas de Barcelona, com 67 voluntários que beberam vinho e suco de uva, alternadamente, demonstrou que, com o consumo de suco, houve uma redução da pressão arterial, com uma chance 14% menor de infarto e 20% menor de acidente vascular cerebral (AVC). Os mesmos benefícios não foram observados nos vinhos (CHIVA-BLANCH et al., 2012).

Dentre os compostos fenólicos, o estilbeno mais importante em relação à atividade antioxidante, presente no suco de uva é o resveratrol, uma fitoalexina presente em videiras e produzida também por um grande número de plantas que apresenta propriedades biológicas benéficas (FLANZY, 2003; TRÍSKA; HOUŠKA, 2012). Esta fitoalexina é sintetizada na casca como resposta ao “stress” causado por ataque fúngico, dano mecânico ou por irradiação de luz ultravioleta (LANDRAULT et al., 2002). O termo fitoalexina deriva do grego *phyton*, que significa “planta” e *alexein*, “para defender”, ou seja, agente protetor de plantas. Sua liberação ocorre através de dois fenômenos importantes na patologia das plantas. O primeiro fenômeno é a resposta ativa da célula da planta à infecção e o segundo é a aquisição de resistência pelas plantas, após a exposição ao microrganismo (DELAUNOIS et al., 2009). Estudos realizados sobre o resveratrol reportam sobre suas propriedades antioxidantes relacionadas à prevenção de doenças cardiovasculares (MEZZANO et al., 2001), atividade anti-cancerígena (JANNIN et al., 2002), propriedades anti-inflamatórias (FERRERO et al., 1997) e antiviral (ACAUAN, 2007). O resveratrol é um componente capaz de inibir o progresso de infecções causadas por fungos, propriedade que o incluiu na classe dos antibióticos conhecidos como fitoalexinas (SOLEAS et al., 1997) e encontra-se em maiores quantidades nas uvas orgânicas (RODRIGUES et al., 2012).

Tem sido estudada a capacidade do organismo humano em absorver o resveratrol

devido aos benefícios à saúde obtidos através da administração oral. Em dosagens moderadas, o resveratrol mostrou-se farmacologicamente ativo tanto *in vitro* quanto *in vivo* (FRÉMONT, 2000).

O suco de uva tinto apresenta uma concentração total de polifenóis três vezes maior do que os sucos cítricos (KEEVIL et al., 2000). O consumo de uva tinto também melhora a função endotelial em pacientes com doença vascular aterosclerótica (CHOU et al., 2001). Alguns estudos relatam diferenças no conteúdo fenólico e nutricional de frutas (morangos, pêssegos e ameixas) produzidas através do manejo convencional e orgânico (ASAMI et al., 2003; LOMBARDI-BOCCIA et al., 2004).

Atualmente, pesquisas têm sido desenvolvidas de forma a aumentar o teor de resveratrol em produtos vitivinícolas através de irradiação ultravioleta e outros processos tecnológicos (GONZÁLEZ-BARRIO et al. 2009, TRÍSKA; HOUŠKA, 2012).

Os resultados de um estudo de Shukitt-Hale et al. (2006) mostram os efeitos do suco de uva Concord na melhora do déficit cognitivo e motor durante o envelhecimento. Estes resultados sugerem que um maior consumo de suco de uva pode melhorar o desempenho motor, enquanto que o consumo em menor quantidade pode ser suficiente para alterar o desempenho cognitivo. Um estudo realizado em ratos adultos demonstrou que sucos de uva podem reduzir danos oxidativos em estruturas cerebrais (DANI et al., 2008). A inibição de tumorigênese mamária quimicamente induzida em ratos por constituintes de suco de uva Concord foi observada, sugerindo uma potencial prevenção do câncer de mama (SINGLETARY et al., 2003).

A *American Dietetic Association*, em seu documento de 2004 sobre alimentos funcionais, considerou o vinho e o suco de uva como bebidas com evidências moderadas a fortes na prevenção da agregação plaquetária em ensaios *in vitro*, *in vivo* e em estudos epidemiológicos. Embora as evidências científicas ainda não permitam consenso sobre o consumo desejável, o documento sugere como recomendação preliminar a ingestão diária de 250 a 500 mL de suco de uva (PONTES et al., 2010). Outros estudos comprovaram que o consumo de aproximadamente 125 a 480 mL de suco de uva por dia, preparado a partir de uvas *Vitis vinifera*, pode aumentar os níveis de antioxidantes em homens (O'BYRNE et al., 2002).

Malacrida e Motta (2005; 2006), investigaram os teores de antocianinas e compostos fenólicos totais em sucos de uva comercializados no Brasil e encontraram quantidade de compostos fenólicos totais nos sucos semelhantes aos dos vinhos tintos. A concentração dos compostos fenólicos pode mudar de acordo com a variedade, o método de elaboração

(maceração quente ou fria), e em menor grau, com a pasteurização e a vindima (FULEKI; RICARDO DA SILVA, 2003). Também estão relacionados às propriedades sensoriais como cor, aroma e adstringência (GIADA; MANCINI-FILHO, 2004). Quando os sucos tintos são produzidos, a polpa é aquecida juntamente com a casca e a semente, resultando maior incorporação de compostos fenólicos ao suco (FULEKI; RICARDO-DA-SILVA, 2003).

2.6 SISTEMAS DE ELABORAÇÃO DO SUCO DE UVA INTEGRAL

A tecnologia de elaboração, a temperatura e o tempo de extração regulam a solubilidade e a intensidade da difusão dos compostos desde a casca até o mosto. Esta é uma influência importante na composição química e na tipicidade do produto final (RIZZON et al., 1998). Outro fator importante é o método de extração utilizado, pois pode ocorrer uma incorporação de água ao suco (VENTURIN, 2004).

Os principais processos utilizados para elaboração do suco de uva são: trocadores de calor, painéis extratoras com arraste de vapor, concentração e sulfitação.

O aquecimento da uva íntegra ou esmagada, de 60°C a 90°C para extração de cor, separação do mosto e engarrafamento a quente é conhecido como método Welch. A panela extratora com arraste de vapor é uma derivação do método Welch, que mantém os princípios básicos de extração (RIZZON et al., 1998).

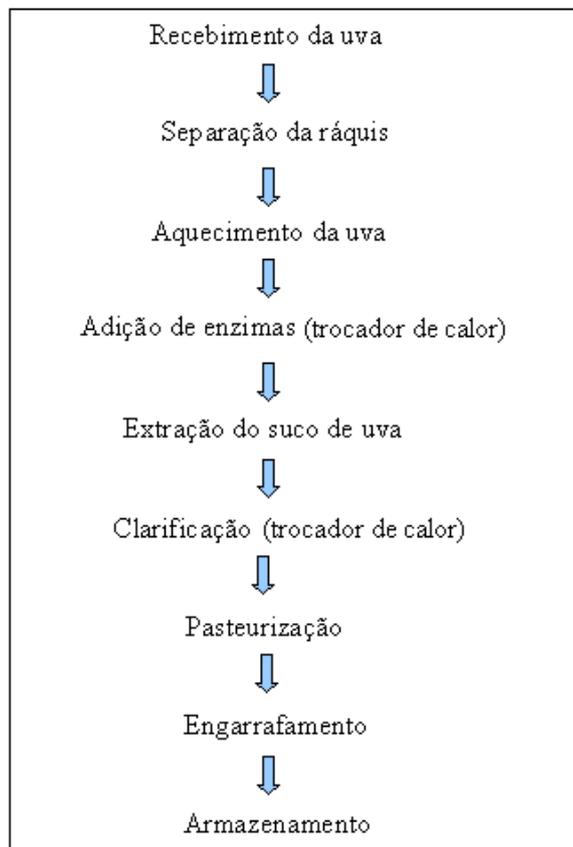
Suco concentrado é aquele que é retirado até 50% da água do mosto, podendo ser utilizada a evaporação a vácuo, crioconcentração ou osmose inversa (MORAES, 2006). O processo de sulfitação, também conhecido como Método Flanzky, consiste na maceração sulfurosa da uva esmagada por alguns dias, para extrair a cor, com posterior separação do mosto. Após, é conservado em recipientes até a comercialização, quando é dessulfitado e engarrafado (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). Os processos de extração por trocador de calor e panela extratora com arraste de vapor serão abordados a seguir com maiores detalhes.

Observa-se na Figura 1, as etapas de elaboração de suco de uva. O recebimento da uva, a separação da ráquis, o aquecimento, a extração do suco, a pasteurização, o engarrafamento e o armazenamento são etapas, tanto do processo de trocador de calor como do processo de painéis extratoras. A adição de enzimas e clarificação são utilizadas no processo de trocador de calor, suco concentrado e maceração sulfurosa.

Quando a uva chega na cantina, é realizado o controle do estado sanitário, do peso e do °Brix ou do °Babo. É fundamental para a qualidade do suco que a uva madura tenha sido colhida recentemente, mantida ao abrigo do sol, que esteja inteira, sem resíduos de produtos

fitossanitários e de poeira. Uvas com problemas de podridão, indícios de processos fermentativos e/ou maturação deficiente, comprometem a qualidade e originam sucos fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira. A separação da ráquis é fundamental para garantir a qualidade do suco, pois ela interfere negativamente na composição do mosto, liberando gosto amargo. Após o desengace, as uvas são enviadas para aquecimento, que pode variar de 65°C a 90°C (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). Através do trocador de calor a temperatura é controlada e o aquecimento é realizado através do vapor de água aquecido por caldeira. As panelas extratoras também podem ser aquecidas por caldeiras ou então fornalha, vasos de aquecimento ou queimador a diesel.

Figura 1 - Etapas do processo de elaboração do suco de uva



Fonte: Rizzon e Meneguzzo (2007), adaptada.

Após a separação da casca e das sementes, o suco é pasteurizado, com o objetivo de evitar o desenvolvimento de microrganismos. A limpeza e a higiene são de fundamental importância para manter o mínimo possível de crescimento microbiano. A técnica da pasteurização foi criada por Louis Pasteur (1822-1895) para prolongar a conservação dos alimentos por tratamento térmico. O calor destrói os microrganismos e inativa as enzimas

necessárias a sua sobrevivência. Os sucos são pasteurizados a uma temperatura de 85°C a 90°C, adequada para inviabilizar os microrganismos. Além de destruir os microrganismos, o calor favorece a estabilidade protéica e inativa as enzimas presentes na uva ou produzidas por fungos (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). O aquecimento do suco pode ser feito na garrafa, mas recomenda-se realizar antes do seu acondicionamento. Atualmente, está sendo utilizado pelas agroindústrias o processo de “flash pasteurização” que consiste no aquecimento a 90°C por alguns segundos e resfriamento rápido (RIZZON et al., 1998).

Após a pasteurização, o suco pode ser engarrafado ou armazenado à temperatura baixa em recipientes esterilizados impedindo qualquer transformação microbiológica até seu engarrafamento (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). Também podem ser utilizados aditivos conservadores, como o ácido sórbico e benzóico, permitidos pela legislação brasileira, conforme Tabela 1 (p. 19) (ANVISA, 1988).

2.6.1 Extração por trocador de calor

O trocador de calor (Figura 2) é um equipamento que tem a função de aquecer a uva e é utilizado após o desengace. As uvas são transferidas para um termomacerador tubular, onde os compostos fenólicos (responsáveis pela cor) e outras substâncias são extraídos. O aquecimento deve alcançar no mínimo 65°C, não ultrapassando 90°C para proporcionar adequada extração da cor. Após, este mosto é mantido em tanque para tratamento enzimático a uma temperatura de 55°C a 60°C por aproximadamente uma a duas horas para favorecer a ação das enzimas pectolíticas responsáveis pela extração de cor, sabor e aromas. Este termomacerador tubular é constituído por dois tubos concêntricos, sendo que na parte externa circula água quente e na parte interna, a uva (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Figura 2 - Sistema tubular de trocador de calor



Foto: A autora (2012).

O tratamento térmico extrai a cor, destrói os microrganismos e inativa as enzimas constituintes da massa da uva desengaçada. São inativadas particularmente, as polifenoloxidasas (lacase e tirosinase), responsáveis pela oxidação das substâncias fenólicas, sobretudo os flavonóides, que causam alterações na cor e precipitação do complexo flavonóide-antociano dos sucos de uvas brancas e tintas. O aquecimento causa também a morte das células por plasmólise protoplasmática, facilitando a extração de cor, com dissolução e difusão dos componentes da casca (GAROGLIO, 1980).

A atividade enzimática pectolítica natural fica destruída durante o aquecimento, podendo-se utilizar preparos enzimáticos comerciais de ação hidrolítica sobre as pectinas (RIBEREAU-GAYON et al., 2003).

As enzimas mais utilizadas são as pectolíticas ou pectinases que apresentam a capacidade de hidrolisar as pectinas da uva, agindo na extração e na clarificação do suco. A pectina é uma substância encontrada em muitas frutas, sendo que na uva está presente principalmente na película (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). As variedades da espécie *Vitis labrusca* são mais ricas em pectinas e mucilagens (GAROGLIO, 1980). A concentração de pectina no mosto varia de 0,5 a 3,0 g.L⁻¹, dependendo da variedade, do grau de maturação e do método de extração. A dose de enzima recomendada varia segundo o teor de pectina da uva, da acidez e da temperatura do mosto. Normalmente, a quantidade aplicada é de 0,2 a 0,4 g.L⁻¹ de mosto (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

Após o período de aquecimento da uva e da adição da enzima, o mosto é separado da parte sólida da uva (película e semente) por meio de um esgotador dinâmico e de prensa

descontínua. É recomendada uma filtração utilizando-se filtro à terra³ para separar as partículas maiores ou utilizar um filtro rotativo a vácuo⁴, mais recomendado para grandes volumes (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

A estabilização tartárica é realizada por meio da refrigeração, resfriando o suco de uva a uma temperatura de 0°C, permanecendo nessas condições por 8 a 10 dias. Após o tratamento de refrigeração, o suco de uva é separado dos cristais precipitados no fundo do recipiente e em seguida é filtrado. Após estes tratamentos, o suco é pasteurizado e engarrafado.

Os sucos sem clarificação ou estabilização tartárica podem conter uma precipitação de bitartarato de potássio e de tartarato neutro de cálcio no fundo da garrafa e podem ficar um pouco turvos. Estas turvações e precipitações são normalmente causadas pelas pectinas, mucilagens, gomas, compostos fenólicos, bitartarato de potássio e tartarato de cálcio. A despectinização e a estabilização tartárica são práticas utilizadas tanto para a clarificação como para a estabilização, além de tornar o suco mais límpido (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

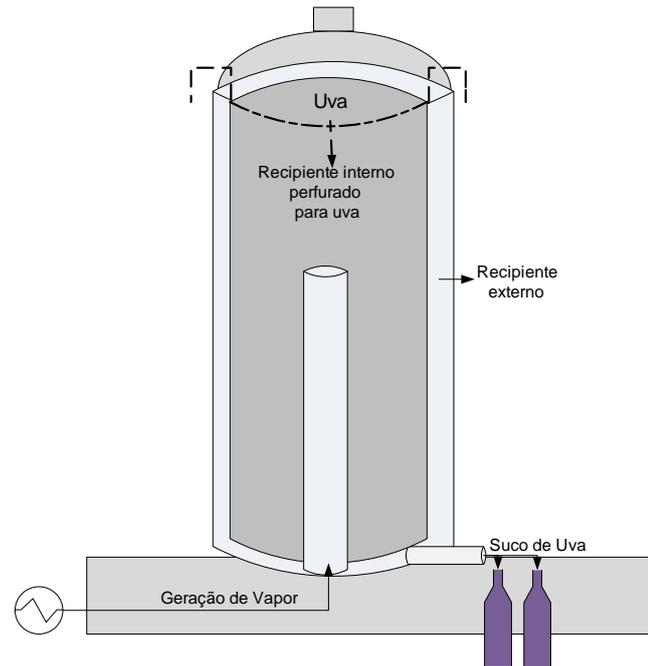
2.6.2 Panela extratora por arraste de vapor

O suco de uva integral pode ser elaborado através da panela extratora (Figura 3) que é muito utilizada por pequenos produtores. Apresentam-se interligadas em conjunto de 4 a 12 panelas, com capacidade de 20 kg cada. Este equipamento possui um depósito de água que gera vapor necessário para a extração do mosto da uva. Esta água pode ser aquecida através de caldeira, óleo diesel, fornalha ou vaso de aquecimento.

³ Filtro a terra: o elemento filtrante é a terra infusória, proveniente de rochas vulcânicas, denominada perlite. As terras diatomáceas são obtidas de algas marinhas calcinadas, que possuem granulometria variável, de 5 a 100 µm. Esse filtro é muito utilizado para se fazer a primeira filtração do suco (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

⁴ Filtro rotativo à vácuo: A superfície filtrante é formada de uma tela disposta ao longo de um cilindro que roda submerso em um tanque contendo o produto a filtrar. O vácuo criado na parte interna do cilindro aspira o líquido filtrando-o enquanto que os sólidos se depositam sobre a capa de perlitas. Uma lâmina se encarrega de retirar continuamente o sólido depositado e, portanto, a capa se renova a cada giro (AMAZON GROUP, 2013).

Figura 3 - Esquema da panela extratora por arraste de vapor



Fonte: A autora (2012).

As panelas são constituídas por um recipiente externo que possui uma abertura cônica no centro para permitir a passagem do vapor e uma abertura frontal para saída do suco, um recipiente perfurado onde é colocada a uva, que é colocado dentro do recipiente externo e uma tampa que impede a saída do vapor produzido.

A uva inteira com a ráquis ou a uva desengaçada, é colocada no recipiente perfurado, o qual é encaixado no recipiente externo e ambos colocados sobre o depósito de água quente. Após aproximadamente 30 minutos, começa a fluir o suco de uva através do tubo de saída. Este suco deve estar no mínimo a 85°C para ser engarrafado e ter assegurada a sua conservação (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

A água que irá gerar o vapor pode ser aquecida através de caldeira, fornalha, vaso de aquecimento ou queimador a diesel.

2.7 ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Isótopos são átomos que possuem o mesmo número de prótons (número atômico), porém diferente número de massa. O número de massa de um átomo é definido pela soma dos prótons e nêutrons existentes em seu núcleo, fazendo com que seja possível identificar diferenças entre os isótopos (RUSSEL, 1982).

Os isótopos são classificados em dois tipos: os que emitem alguma radiação (em forma de energia ou através de partículas subatômicas) e os estáveis, quando não emitem radiação (EWING, 1972; MORRISON; BOYD, 1990).

Alguns isótopos estáveis são de especial interesse para pesquisas em diversas áreas do conhecimento biológico, geológico, físico e químico, tais como hidrogênio, oxigênio, carbono, nitrogênio e enxofre. Os isótopos estáveis desses elementos ocorrem naturalmente na litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera (MARTIN; MARTIN, 1991).

Do ponto de vista dos produtos sintetizados pela natureza, a abundância de isótopos naturais estáveis é interessante, pois apresenta importante fonte de informação sobre a história de cada espécie química (PÉREZ; MARTÍN, 1999).

O fracionamento isotópico biológico proporciona uma distribuição desigual dos isótopos mais leves e mais pesados entre os reagentes e produtos da reação. Na maioria dos casos, os isótopos mais leves são preferencialmente utilizados e os mais pesados são enriquecidos na fração desigual do substrato. Este é o conhecido fenômeno de fixação do CO₂ durante a fotossíntese (MORASCH et al., 2001).

Os isótopos “leves”, que possuem massa atômica menor (¹H, ¹²C, ¹⁴N, ¹⁶O), são os mais abundantes (Tabela 2), enquanto os isótopos “pesados”, que possuem massa atômica maior (²H, ¹³C, ¹⁵N, ¹⁷O, ¹⁸O), estão presentes no ambiente em uma quantidade muito pequena (EWING, 1972; MORRISON; BOYD, 1990).

Tabela 2 - Concentrações naturais de isótopos estáveis (em átomos %)

Isótopo	Átomos %	Isótopo	Átomos %
¹ H	99,985	² H	0,015
¹² C	98,892	¹³ C	1,108
¹⁴ N	99,634	¹⁵ N	0,366
¹⁶ O	99,759	¹⁷ O	0,037
		¹⁸ O	0,204

Fonte: Ewing (1972), Morrison e Boyd (1990).

Os isótopos de um dado elemento químico apresentam comportamento físico-químico similar. As eventuais diferenças isotópicas serão inferiores daquelas observáveis entre elementos distintos, mesmo quando pertencentes ao mesmo grupo químico. Dessa forma, a variação isotópica presente nos átomos dos elementos químicos é mantida quando eles formam as diferentes substâncias existentes na natureza. Entretanto tais variações são normalmente muito pequenas e dependem da origem química da amostra (RUSSEL, 1982).

A análise isotópica pode fornecer informação sobre a origem de um composto químico. A abundância natural de isótopos estáveis para elementos como, H, C e O mostram pequenas, mas mensuráveis variações, devido ao fracionamento que ocorre durante os processos químicos e físicos dos ciclos naturais, como a fotossíntese e a evaporação da água (SCHMIDT et al., 2003; MORASCH et al., 2001; BRAUSE et al., 1984). Tais processos são influenciáveis por fatores como umidade, temperatura, ventos, altitude e precipitação (BRÉAS et al., 1994). Da mesma forma que a composição isotópica das plantas depende do ciclo fotossintético e do meio ambiente, os produtos alimentícios derivados são isotopicamente marcados e semelhantes aos das plantas geradoras (LICATTI, 1997).

As razões isotópicas podem ser medidas por espectrometria de massas, onde os compostos são analisados como gases produzidos através de reações de combustão, pirólise ou equilíbrio, os quais são introduzidos em um espectrômetro de massas para separar as formas isotópicas de um dado elemento, como ^2H e ^1H , ^{13}C e ^{12}C , ^{15}N e ^{14}N , ^{18}O , ^{17}O , e ^{16}O . As razões isotópicas, determinadas por IRMS (Espectrometria de Massas de Razão Isotópica), são expressas em partes per mil (‰) com desvio baseado em norma internacional (JAMIN, 2002).

2.7.1 Isótopos estáveis de carbono em sucos

Variações naturais na abundância de isótopos estáveis em componentes de plantas proporcionam um meio eficiente para detectar a adulteração de alimentos. A composição isotópica das plantas depende do ciclo fotossintético e do meio ambiente. Embora os compostos possuam a mesma composição química, eles diferem no conteúdo isotópico devido às diferentes vias fotossintéticas. Os produtos alimentícios derivados são isotopicamente semelhantes às plantas geradoras. Para incorporar CO_2 durante a fotossíntese, as plantas seguem três ciclos biológicos, resultando em carboidratos com diferentes composições isotópicas. A maioria das plantas utiliza o ciclo C_3 (ciclo de Calvin), como a uva e a beterraba, uma menor quantidade utiliza o ciclo C_4 (ciclo de Hatch e Slack) como o milho e a cana-de-açúcar, bem como o metabolismo do ácido das crassuláceas (CAM), plantas da família de dicotiledônias. (GUCEK et al., 1998).

Os sucos de frutas são produtos comerciais muito populares e há muitas tentativas de adulteração com outros produtos de menor preço como beterraba, cana-de-açúcar ou xarope de milho. As adulterações de sucos são feitas de várias formas, principalmente pela adição de açúcares ao suco natural (GUCEK et al., 1998).

Com o avanço na mensuração da abundância dos isótopos estáveis, adulterar sucos torna-se progressivamente obsoleto, pois a adição de açúcares exógenos é facilmente detectada (ROSSMANN et al., 1997). Através da medida da razão isotópica do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), é possível distinguir produtos naturais provenientes de plantas C_3 daqueles provenientes de plantas C_4 (LICATTI, 1997).

O adulterante mais utilizado é o açúcar que tem sua origem em plantas C_4 (milho e cana-de-açúcar) e a maioria dos sucos de frutas provém de plantas C_3 . Assim, é fácil detectar a adição de qualquer um dos dois adulterantes referidos. A diferença nos valores médios da razão isotópica do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) do suco de maçã (-25,3‰), de laranja (-24,5‰) e do xarope de milho (-9,7‰) possibilita a detecção e a determinação da adição destes açúcares aos sucos (SILVA et al., 1999). Da mesma forma, a adição de cana-de-açúcar (-11‰) pode ser detectada em suco de uva (-27,5‰) (SALMORIA, 2002; LICATTI, 1997). Sucos de uva com este valor isotópico correspondem a sucos sem adição de açúcar.

2.7.2 Isótopos estáveis de oxigênio em suco de uva

O O_2 e o CO_2 atmosféricos e a água são as maiores fontes do elemento O_2 . O fracionamento de isótopos ocorre com os processos de evaporação e condensação do ciclo da água. A água do oceano passa do estado líquido para o estado de vapor na atmosfera e sofre um forte fracionamento isotópico, resultando na diminuição dos isótopos mais pesados (deutério ou ^2H , oxigênio 18 ou ^{18}O) no vapor e nas nuvens (Figura 4). A extensão do fracionamento depende da temperatura. A massa de ar também segue a trajetória dos oceanos para os continentes, esfriando e perdendo o vapor de água durante o caminho, em forma de precipitação. Durante este processo, a chuva enriquecida de isótopos pesados cai e o vapor começa a ser progressivamente empobrecido no conteúdo de ^{18}O e ^2H . Os valores isotópicos de oxigênio do vapor são mais negativos do que os valores isotópicos da água. O valor isotópico do oxigênio da água ao nível do mar é de 0‰ e o vapor a nível do mar é de -5‰ (CALDERONE; GUILLOU, 2008).

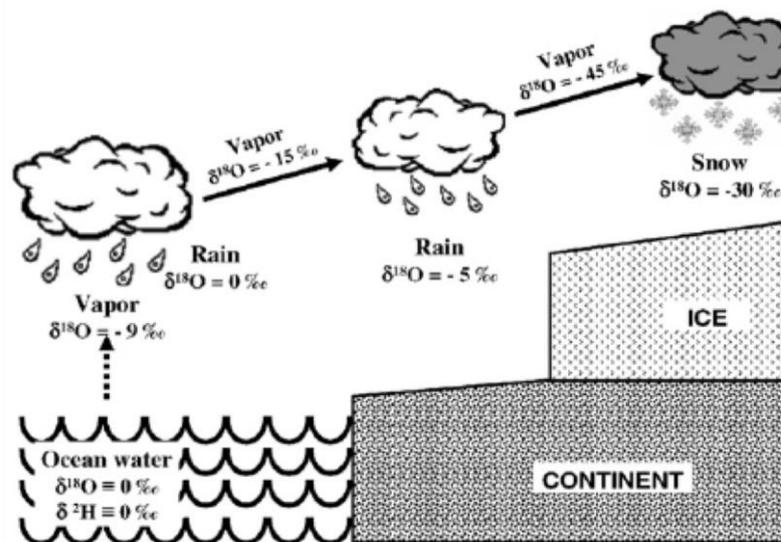
Os valores isotópicos do oxigênio (^{18}O) da água da uva são influenciados pelas condições climáticas durante o amadurecimento e colheita (OGRINC et al., 2001).

As diferenças no conteúdo isotópico da água presente nas videiras ocorrem principalmente em função da alta evaporação da água em ambientes quentes e secos, em comparação com locais frios e úmidos. Portanto, as diferenças entre o conteúdo de oxigênio das videiras, e conseqüentemente da água do mosto e do vinho de diferentes regiões são

normalmente superiores aos da água do solo fornecida para a planta (ROSSMANN et al., 1999; JAMIN, 2002).

Valores “negativos” da razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) da água em vinhos podem indicar a adição de água exógena ou serem resultantes das condições climáticas, principalmente da alta precipitação pluviométrica durante o período de colheita das uvas (ROSSMANN et al., 1999).

Figura 4 - Efeitos climáticos e geográficos no fracionamento isotópico de oxigênio na água



Fonte: Calderone e Guillou (2008).

No processo de absorção de água do solo pelas plantas, inicialmente não ocorre fracionamento significativo nos isótopos de hidrogênio e de oxigênio da água. Porém, ao atingir o nível das folhas e outras partes expostas como os frutos, o intenso processo de evaporação causa um enriquecimento no conteúdo de ^2H (deutério) e ^{18}O (oxigênio) da água residual das células, ocorrendo a formação dos compostos orgânicos da planta. A água do vinho refletirá o conteúdo isotópico da água das plantas que o originou, que por sua vez será distinta da água do ambiente. Assim, a análise de oxigênio pode ser utilizada para identificação da adição de água exógena em vinhos (BRÉAS et al., 1994).

Nos últimos anos, as análises isotópicas têm sido recomendadas pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV) para detectar a adição de água e açúcar em vinhos e derivados e estão sendo aplicadas por diversos pesquisadores para determinar a origem geográfica dos vinhos (BRÉAS et al., 1994; ROSSMANN et al., 1996; DUTRA et al., 2011).

O conteúdo de deutério e oxigênio presentes nas espécies vegetais em geral é significativamente maior do que o observado na água encontrada em abundância na natureza (JAMIN, 2002).

A aplicação da análise isotópica do oxigênio da água pode determinar a origem e genuinidade dos produtos e é de grande importância para laboratórios e indústria, pois há uma correlação entre o conteúdo isotópico de oxigênio da água do mosto e do vinho (ROSMANN et al., 1999).

Magdas et al. (2012), avaliaram a variação isotópica do oxigênio de sucos em função do conteúdo de água adicionado. A adição de 41% de água modificou o valor isotópico do oxigênio em torno de 2‰, de -5,5‰, para -7,5‰, sendo o valor isotópico da água de -10,5‰.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRAGEM

Na safra de 2011 elaboraram-se em agroindústria sucos de uva da variedade *Vitis labrusca* Isabel através de trocador de calor e painéis extratoras, em triplicata. Foram coletadas amostras da água utilizada para gerar o vapor das painéis extratoras, amostras das uvas (mosto) e do suco final após engarrafamento. Realizaram-se análise de °Brix⁵, razão isotópica do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$).

Na safra de 2012 elaboraram-se sucos com uma mistura de 50% da variedade Bordô e 50% de Concord e sucos com a variedade Isabel em painéis extratoras, escala industrial (na agroindústria) e em escala laboratorial (Laboratório de Referência Enológica – LAREN). Avaliou-se o °Brix e a razão isotópica de oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$).

Nesta safra também foram elaborados sucos com as variedades Isabel e Bordô orgânicas em cinco agroindústrias da região da Serra Gaúcha. Os sucos foram elaborados pelos processos de trocador de calor (utilizado como controle), painel extratora com arraste de vapor e painel extratora adaptada a um sistema de extração de vapor. Realizaram-se análise de °Brix, razão isotópica de oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) nas uvas e nos sucos, além das análises clássicas físico-químicas, teores de resveratrol e compostos fenólicos totais nos sucos.

Para a realização das análises do mosto foram coletadas, aproximadamente, 200g de uvas. As uvas foram amassadas e retirado o mosto (aproximadamente 100 mL) para análise de °Brix, razão isotópica do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$).

Todos os sucos foram elaborados em triplicata bem como as análises. Foram coletados 3 L de suco e 100 mL de mosto para cada processo elaborado.

3.1.1 Elaboração de suco por trocador de calor, escala industrial, safra 2011

Foram processados 1.200 kg de uva da variedade Isabel. Inicialmente a uva foi desengaçada e pesada e, com o auxílio de uma bomba, foi transferida para um tanque onde foi realizado um tratamento enzimático com a enzima 8 Zimopec FXY® (preparado enzimático com ação pectolítica) na concentração de 0,4 g.L⁻¹ a uma temperatura de 50°C a 60°C durante duas horas.

⁵ °Brix: quantidade de sólidos solúveis, incluindo pigmentos, ácidos, glicerol e açúcar (g/100g).

Após este tratamento, a mistura (mosto, casca e sementes) passou pelo trocador de calor a uma temperatura de 60°C a 65°C, durante aproximadamente 20 minutos. O suco foi escorrido e transferido para um tanque onde foi pasteurizado a 85°C durante aproximadamente 20 minutos e engarrafado.

3.1.2 Elaboração de suco por panela extratora, escala industrial, safra 2011

Foram processados 80 kg de uva Isabel, do mesmo lote utilizado no experimento 3.1.1. A uva foi desengaçada, pesada e transferida para panelas extratoras (Figura 5) onde foi aquecida a aproximadamente 100°C, durante 45 minutos (aquecimento do vapor através de caldeira), conforme item 3.1.5.1 descrito a seguir. À medida que ocorreu a extração, o suco foi transferido para um tanque de aço inox, onde foi pasteurizado a aproximadamente 85°C durante aproximadamente 20 minutos e engarrafado.

Figura 5 - Panela extratora para elaboração de suco em escala industrial



Foto: A autora (2012).

3.1.3 Elaboração de suco por panela extratora, escala laboratorial, safra 2012

Foram realizados dois testes com panela extratora com capacidade para 7 kg de uva (Figura 6). No primeiro teste foi elaborado suco com 3,27 kg de uvas da variedade Bordô e 3,2 kg de uvas Concord, totalizando em 6,47 kg de uvas. No segundo teste utilizou-se a 6,7 kg de uvas da variedade Isabel. As uvas foram desengaçadas manualmente e pesadas. Foram aquecidos 2 L de água na panela extratora para geração de vapor. Quando a água entrou em

ebulição colocou-se a uva na peneira interna. A extração do suco ocorreu durante 45 minutos a aproximadamente 100°C e o suco foi engarrafado nessa temperatura.

Figura 6 - Panela extratora para elaboração de suco em escala laboratorial



Foto: A autora (2012).

Este experimento foi realizado para determinar, através do rendimento da uva (mosto) e do suco, a porcentagem teórica de água incorporada ao suco. Na entrada do processo tem-se uva e água (para aquecimento do sistema e extração) e na saída obtêm-se o suco, o bagaço e a água que evaporou do sistema. A porcentagem teórica de água incorporada ao suco foi obtida através do seguinte cálculo:

1. Quantidade de água evaporada = (bagaço + suco final) – (uva + água);
2. Máximo de água incorporada ao suco = (quantidade de água evaporada) – (água inicial que entrou no processo);
3. Porcentagem teórica de água incorporada ao suco final = [(máximo de água incorporada ao suco) / (peso do suco final)] *100.

3.1.4 Elaboração de suco por trocador de calor, escala industrial, safra 2012

Foram elaborados sucos com 1.200 kg de uva das variedades Bordô e Isabel orgânicas da safra 2012, conforme o processo descrito no item 3.1.1.

3.1.5 Elaboração de suco por panela extratora, escala industrial, safra 2012

Na safra de 2012, foram elaborados sucos das variedades Bordô e Isabel orgânicas, em panelas extratoras, em triplicata. Utilizou-se 20 kg de uva em cada panela, sendo o número de panelas conforme disponibilidade da agroindústria. A uva foi desengaçada, pesada e transferida para as panelas extratoras onde foi aquecida a aproximadamente 100°C, durante 45 minutos, em contato com o vapor. À medida que ocorreu a extração, o suco foi transferido para um tanque de aço inox, onde foi pasteurizado a aproximadamente 85°C durante 20 minutos e engarrafado.

Os sistemas de aquecimento para geração do vapor no processo de panelas extratoras foram diferenciados segundo as agroindústrias, conforme descrito a seguir.

3.1.5.1 Aquecimento da água através de caldeira

O aquecimento do tanque de aço inox onde está o conjunto das 12 panelas extratoras se dá pela queima de lenha na caldeira pressurizada (Figura 7) através de uma serpentina interna. O abastecimento de água vem direto de um reservatório central. O nível de água é mantido através de uma boia. As panelas extratoras possuem capacidade de 20 kg cada com dispersor de vapor cônico e panela coletora. O vapor que passa pelo sistema é utilizado para a pasteurização e esterilização das garrafas.

A pressurização do vapor define a qualidade da extração do suco. Quando a pressão de vapor ou o consumo deste é maior que a necessidade do sistema, ocorre condensação ou perda de calor. Este sistema permite o controle da temperatura de extração, pois pode-se bloquear a circulação de vapor pelo sistema durante o reabastecimento. A velocidade de aquecimento inicial pode promover choque térmico e condensação no sistema.

Figura 7 - Painelas extradoras aquecidas através de caldeira



a) Caldeira à lenha.



b) Conjunto de 12 painelas extradoras.

Fotos: A autora (2012).

3.1.5.2 Aquecimento da água através de fornalha

O aquecimento do tanque de aço inox onde está o conjunto das quatro painelas extradoras se dá pela queima de lenha através da fornalha (Figura 8) através de uma serpentina interna. O abastecimento de água vem direto de um reservatório central. O nível de água é mantido através de uma boia. Cada painela extradora tem capacidade média de 20 kg e possuem dispersor de vapor cônico no centro e painela coletora. O vapor que passa pelo sistema é utilizado para a pasteurização e esterilização das garrafas.

A velocidade de queima e a intensidade do fogo dependem da qualidade da lenha e do abastecimento do fogo. O tempo de aquecimento inicial e por consequência, a extração de suco, dependem da regularidade de geração de vapor. O controle da oscilação da temperatura de vapor é muito difícil, tornando o processo irregular. O reabastecimento para uma nova elaboração do suco promove uma queda muito grande de temperatura do sistema.

Figura 8 - Panelas extratoras aquecidas através de fornalha



a) Fornalha.



b) Conjunto de 4 panelas extratoras.

Foto: A autora (2012).

3.1.5.3 Aquecimento da água através de vaso de aquecimento

O aquecimento do tanque de aço inox onde está o conjunto das oito panelas extratoras se dá através da queima de lenha na fornalha que vai para o vaso de aquecimento (Figura 9) através de uma serpentina interna. O abastecimento de água vem direto de um reservatório central. O nível de água é mantido através de uma boia. Cada panela extratora tem capacidade média de 20 kg e possuem dispersor de vapor cônico no centro e panela coletora.

Figura 9 - Panelas extratoras aquecidas através de vaso de aquecimento



a) Fornalha que aquece o vaso de aquecimento.



b) Conjunto de oito panelas extratoras.

Foto: A autora (2012).

Este equipamento condensa o excesso de vapor no sistema, aumentando o vapor

liberado no extrator, facilitando a extração do suco. O reabastecimento da água do vaso de aquecimento é intermitente, promovendo momentos de queda da temperatura e geração de vapor. A cada reabastecimento do sistema, pela necessidade de circulação constante de vapor, ocorre condensação no sistema de extração, formando água que pode incorporar-se no lote seguinte.

Este equipamento gera vapor livre (não pressurizado) que circula pela serpentina interna do tanque de aço inox. O vapor que passa pelo sistema é utilizado para a pasteurização e para esterilizar as garrafas.

3.1.5.4 Aquecimento da água através de queimador a óleo diesel

O aquecimento do tanque de aço inox onde está o conjunto das dez painelas extratoras se dá através do queimador a óleo diesel (Figura 10) através de uma serpentina interna. O abastecimento de água vem direto de um reservatório central. O nível de água é mantido através de uma boia. Cada painela extratora tem capacidade média de 20 kg e possuem dispersor de vapor cônico no centro e painela coletora.

Figura 10 - Painelas extratoras aquecidas através de queimador a óleo diesel



a) Queimador a óleo diesel.



b) Conjunto de dez painelas extratoras.

Foto: A autora (2012).

O tanque de aço inox possui gerador de vapor pressurizado com temperatura controlada a 95°C. O vapor que passa pelo sistema também aquece o tanque de pasteurização através de uma serpentina e serve para a esterilização das garrafas.

Nesse processo, as uvas foram aquecidas a 100°C durante 30 minutos e passadas para um escorredor por mais 30 minutos, sendo então transferidas para pasteurização e

engarraamento.

3.1.6 Elaboração do suco por panela extratora adaptada com sistema de extração de vapor

Este processo foi realizado durante a safra de 2012 com as mesmas uvas do procedimento 3.1.5 em duas agroindústrias que elaboram sucos com panelas extratoras aquecidas a óleo diesel, com regulação digital.

As uvas foram aquecidas nas panelas extratoras por 30 minutos a 100°C e colocadas num escorredor por 30 minutos e transferido para um sistema de aquecimento (Figura 11) que possui uma campânula e uma bomba de vácuo onde o vapor de água é extraído. Após, o suco foi transferido para um tanque de pasteurização a 95°C durante 10 minutos e engarrafado.

Figura 11 - Sistema de adaptação para panela extratora



Foto: A autora (2012).

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Foram realizadas, em triplicata, as análises clássicas de teor alcoólico (%v/v), sólidos solúveis (°Brix), acidez total (g% ác. tartárico), acidez volátil (g% ác. acético), açúcares totais naturais da uva (g/100g) e pH, conforme Instrução Normativa n° 24 de 08/09/2005 (BRASIL,

2005). O resveratrol foi determinado segundo a metodologia de McMurtrey et al. (1994) e os compostos fenólicos totais segundo metodologia de Riberéau-Gayon et al. (2003).

O teor alcoólico foi medido em balança hidrostática Gibertini após a destilação do suco em destilador enológico eletrônico. O °Brix foi medido também na balança hidrostática (Gibertini). A acidez total foi determinada através de titulometria. A acidez volátil foi avaliada após destilação em destilador eletrônico e titulador automático (Gibertini). A análise de açúcares totais foi realizada através de titulação por Fehling. O pH foi determinado com potenciômetro Digimed aferido com soluções de pH 3,00; 4,01 e 6,86. O resveratrol foi determinado por cromatografia líquida de alta eficiência (Agilent) e os compostos fenólicos totais foram medidos através de espectrofotometria (Perkin Elmer) a 280 nm.

3.3 ANÁLISE DAS RAZÕES ISOTÓPICAS

Para determinar as razões isotópicas do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) do suco e razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) da água dos sucos, foi utilizado um espectrômetro de massa de razão isotópica Delta plus XL (ThermoFinnigan) e um espectrômetro de massa de razão isotópica Delta VAdvantage (ThermoFinnigan), conectados “on line” com um analisador elementar Flash EA 1112 (ThermoQuest).

A análise de carbono do suco foi realizada conforme a Instrução Normativa nº 39 de 08/08/2007 (BRASIL, 2007) e visa determinar a razão isotópica do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) dos açúcares de diferentes origens no suco de uva em relação à razão isotópica do padrão internacional PDB.

A razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) da água dos sucos foi realizada em relação ao padrão internacional Vienna Standard Mean Ocean Water (V-SMOW) conforme recomendado pela Organização Internacional do Vinho e da Vinha (OIV, 2009) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009b).

3.4 CÁLCULO DA INCORPORAÇÃO DE ÁGUA PELA ANÁLISE ISOTÓPICA DE OXIGÊNIO

O percentual de água incorporada na amostra de suco foi calculado através dos valores da razão isotópica do oxigênio ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) da água utilizada no processo, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ da uva e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ do suco, através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ de água no suco: } 1 - \left\{ \left[\frac{{}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O} \text{ do suco} - {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O} \text{ da água}}{{}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O} \text{ da uva} - {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O} \text{ da água}} \right] \right\} \times 100$$

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram avaliados com o programa SPSS 12.0 for Windows, através das médias e desvio padrão e análise de variância (ANOVA). Foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Tukey ao nível de significância de 5%. A análise discriminante foi utilizada para diferenciar os sucos dos diferentes processos de elaboração.

A correlação entre o teor de compostos fenólicos totais e resveratrol foi avaliada através da Correlação de Pearson.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DOS SUCOS ELABORADOS POR PAINELA EXTRATORA E TROCADOR DE CALOR, ESCALA INDUSTRIAL, SAFRA 2011

Através dos resultados médios do °Brix, do valor isotópico do oxigênio da uva, da água utilizada para aquecer a uva e do suco final calculou-se a quantidade de água incorporada durante o processo de elaboração de suco com painela extratora e avaliaram-se as possíveis variações nos valores isotópicos nos sucos elaborados por trocador de calor.

O °Brix, os valores isotópicos do oxigênio da água da caldeira e os valores isotópicos do carbono e oxigênio da uva e dos sucos da safra de 2011, elaborados pelos processos de painela extratora e trocador de calor em escala industrial são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores de °Brix, isótopos de carbono e oxigênio (‰) de uva e suco da variedade Isabel, elaborados em escala industrial.

	°Brix		¹³ C/ ¹² C (‰)		¹⁸ O/ ¹⁶ O (‰)		% de água incorporada em relação ao °Brix		% de água incorporada em relação ao ¹⁸ O/ ¹⁶ O	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Água	-		-		-6.17 ^d ± 0.13		-		-	
Uva (Mosto)	15.6 ^a ± 0.18		-28.34 ^a ± 0.02		-2.66 ^a ± 0.09		-		-	
Suco de painela extratora	12.7 ^b ± 0.01		-28.79 ^a ± 0,07		-4.18 ^c ± 0,22		18.6 ^a ± 0,93		43.4 ^a ± 8.01	
Suco de trocador de calor	15.8 ^a ± 0.02		-28.73 ^a ± 0,02		-3.10 ^b ± 0.17		0.04 ^b ± 0.06		12.6 ^b ± 6.61	

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem significativamente através da Análise de Variância complementada pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Os valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) encontrados no suco de painela extratora (12,7°Brix) ficaram abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira que é de 14°Brix (BRASIL, 2000). Conforme Rizzon e Link (2006), os valores baixos se devem ao efeito da diluição do vapor da água, utilizada no aquecimento e na extração da painela extratora.

O °Brix médio encontrado na uva (mosto) (15,6°Brix) apresentou uma redução no suco final elaborado por painela extratora (12,7°Brix) que representou uma incorporação média de 18,6% de água durante o processo. No processo do trocador de calor, o °Brix do suco final não apresentou variação em relação ao valor médio da uva (mosto), confirmando que nesse processo não ocorre incorporação de água ao suco.

Avaliando a incorporação de água em relação aos valores isotópicos do oxigênio da uva (mosto) (-2,66‰) e do suco final elaborado por panela extratora, o suco final apresentou valor mais negativo (-4,18‰) sendo que a diferença do valor isotópico de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ da uva para o suco final foi de -1,52‰. Possivelmente, esta variação ocorreu em função da incorporação de água durante o processo. Entretanto, o suco elaborado pelo processo de trocador de calor também apresentou uma diminuição no seu valor isotópico $\delta^{18}\text{O}$ (-3,10‰), porém em menor proporção (-0,44‰). Para determinar a quantidade (%) de água que estes valores isotópicos representariam, levaram-se em consideração os valores isotópicos do oxigênio do suco, da água utilizada no processo e da uva, conforme equação descrita no item 3.4 (p. 44). Através deste cálculo, o suco proveniente da panela extratora incorporou em média 43% de água proveniente do vapor da água utilizada no processo, porcentagem muito superior ao valor médio de incorporação de água quando comparados ao °Brix (18,6%). No suco proveniente do trocador de calor, onde não há contato com vapor ou água exógena e, portanto, não ocorre a incorporação de água ao suco, o resultado indicou que haveria uma incorporação média de água de 12,6%. Esta variação isotópica não é em função da incorporação de água, mas devido ao fracionamento isotópico que ocorre durante o aquecimento do mosto. O fracionamento isotópico ocorre tanto no processo de trocador de calor como no processo de panela extratora, a qual possui ainda influência do fracionamento isotópico do vapor gerado pela água que é utilizada no processo.

Os valores médios da razão isotópica do carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) do mosto (-28,34‰) (Tabela 3), não apresentaram diferença significativa em relação ao carbono do suco elaborado pelo processo de panela (-28,79‰) e pelo trocador de calor (-28,73‰). Estes resultados indicam que a razão isotópica do carbono não se altera e não interfere no suco final, obtido pelos dois processos estudados, tanto no que diz respeito à diluição do suco, quanto ao aquecimento das temperaturas normais empregadas (aproximadamente 90°C) que poderia implicar no fracionamento isotópico deste elemento. Este resultado indica também que não há adição de açúcar.

4.2 CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DOS SUCOS ELABORADOS POR PANELA EXTRATORA, ESCALA LABORATORIAL, SAFRA 2012

Os valores de °Brix e razão isotópica de oxigênio dos sucos da panela extratora, variedade Bordô/Concord e Isabel, elaborados em escala laboratorial estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores de °Brix e isótopos de oxigênio (‰) de uva e suco das variedades Bordô/Concord e Isabel elaborados em panela extratora, escala laboratorial, safra 2012.

Variedade	Uva (Mosto)		Suco		Água	% de água incorporada em relação ao °Brix	% de água incorporada em relação ao $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
	°Brix	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (‰)	°Brix	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (‰)	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ (‰)		
Bordô/ Concord	18.9 ± 0.30	1.40 ± 0.16	15.8 ± 0.97	-0.68 ± 0.48	-5.44 ± 0.03	16.2 ± 4.90	30.4 ± 8.51
Isabel	17.7 ± 0.60	-2.44 ± 0.13	14.7 ± 0.28	-3.02 ± 0.25	-7.64 ± 0.03	17.1 ± 1.37	11.2 ± 3.51

O valor médio do °Brix inicial do mosto Bordô/Concord foi de 18,9 e do suco foi de 15,8°Brix, diminuindo 3,07°Brix, que representa uma incorporação de água de 16,2%, semelhante ao que ocorreu em escala industrial que foi de 18,6% (Tabela 3). No mosto de Isabel o °Brix médio foi de 17,7 e do suco foi de 14,7. Esta diminuição (3,03°Brix) corresponde a uma incorporação de água de 17,1%.

O valor médio do isótopo de oxigênio do mosto de Bordô/Concord foi de 1,40‰, enquanto que para o suco correspondente foi de -0,68‰. Para a variedade Isabel a média foi de -2,44‰ para o mosto e -3,02‰ para o suco. Considerando o valor isotópico médio do oxigênio da água utilizada no processo de -5,44‰ para o suco Bordô/Concord e -7,64‰ para o suco da variedade Isabel e calculando-se conforme equação descrita no item 3.4 (p. 44), o suco Bordô/Concord resultou em uma incorporação de 30,4% de água e o suco da variedade Isabel 11,2%.

Avaliando a incorporação de água exógena através do rendimento em peso da uva e do suco (Tabela 5), obtém-se uma incorporação média de água de 16,6% para o suco Bordô/Concord e de 11,7% para o suco de Isabel, semelhante à encontrada em escala industrial (Tabela 3) e em escala laboratorial (Tabela 4). O cálculo foi realizado conforme descrito no item 3.1.3 (p. 37).

Tabela 5 - Incorporação máxima de água em sucos elaborados em panela extratora, escala laboratorial (variedades Bordô/Concord e Isabel, safra 2012), levando-se em consideração o rendimento em peso da uva e suco final.

Variedades	Entrada na panela (kg)			Saída da panela (kg)				Máximo de água incorporada no suco (kg)	Máxima de água incorporada no suco (%)
	Uva	Água	Uva + Água	Bagaço	Suco Final	Bagaço + Suco Final	Quantidade de água evaporada		
Bordô/ Concord	6.47 ± 0.21	2.00 ± 0.00	8.47 ± 0.21	3.22 ± 0.25	3.90 ± 0.14	7.12 ± 0.35	1.35 ± 0.14	0.65 ± 0.14	16.6 ± 3.06
Isabel	6.70 ± 0.07	2.00 ± 0.45	8.70 ± 0.38	3.83 ± 0.71	3.26 ± 0.58	7.08 ± 0.14	1.62 ± 0.52	0.38 ± 0.07	11.7 ± 4.27

Obs.: Considerando a densidade da água igual a 1.000.

4.3 CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DOS SUCOS ELABORADOS POR PANELA EXTRATORA E TROCADOR DE CALOR, ESCALA INDUSTRIAL, SAFRA 2012

4.3.1 Resultados das análises físico-químicas dos sucos, safra 2012

Os resultados das análises físico-químicas dos sucos das variedades Bordô e Isabel orgânicos elaborados por diferentes processos estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados das análises físico-químicas do suco de uva, safra 2012.

Sistema de elaboração do suco	Sistema de aquecimento	Densidade		Açúcar (g.L ⁻¹)		°Brix		Acidez volátil (% ác. acético)		Acidez total (g % ác. tart.)		Grau alcoólico (% v/v)		pH		°Brix/Acidez Total	
		Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel
PANELA SEM ADAPTAÇÃO	Caldeira	1.0598	1.0595	147	147	14,7	14,6	0,00	0,04	0,73	0,79	0,00	0,00	3,52	3,43	20,1	18,5
	Fornalha	1.0587	1.0566	144	140	14,5	14,0	0,00	0,04	0,73	0,80	0,00	0,19	3,49	3,55	19,8	17,5
	Vaso de aquecimento	1.0581	1.0570	141	140	14,3	14,0	0,01	0,05	0,75	0,74	0,16	0,00	3,37	3,38	19,1	19,0
	Óleo diesel	1.0643	1.0686	156	173	15,8	16,8	0,01	0,00	0,85	0,68	0,00	0,13	3,31	3,72	18,6	24,6
Média		1.0602	1.0604	147	150	14,8	14,9	0,01	0,03	0,77	0,75	0,04	0,08	3,42	3,52	19,4	19,9
PANELA COM ADAPTAÇÃO	Óleo diesel	1.0661	1.0790	161	197	16,2	19,1	0,00	0,03	0,84	0,74	0,00	0,11	3,34	3,73	19,3	25,9
Trocador de calor	Trocador	1.0695	1.0743	175	187	17,0	18,1	0,01	0,07	0,79	0,92	0,14	0,18	3,51	3,43	21,5	19,6

Os resultados da densidade variaram de 1,0566 para o suco da variedade Isabel elaborado através da panela extratora sem adaptação, aquecida com fornalha, a 1,0790 para o suco também da variedade Isabel elaborado com panela extratora com adaptação. A densidade está relacionada ao °Brix e, por consequência, com o teor de açúcares dos sucos de uva (RIZZON; MIELE, 1995).

A quantidade de açúcar do suco depende da variedade e do nível de maturação da uva (RIZZON et al., 1998). Os teores de açúcares totais encontrados nos sucos elaborados neste trabalho (Tabela 6) variaram de 141 g.L⁻¹ a 175 g.L⁻¹ (Bordô) e de 140 g.L⁻¹ a 197 g.L⁻¹ (Isabel). Os teores médios encontrados para os sucos elaborados através do processo de panela extratora e por trocador de calor são superiores aos valores encontrados para os sucos elaborados por panela extratora sem adaptação, indicando uma diluição promovida pelo vapor originado no processo de extração.

O conteúdo de açúcares do mosto da uva representa cerca de 90% a 95% do total dos sólidos solúveis. Por isso a determinação do °Brix de suco determina uma medida aproximada da quantidade de açúcares (ZOECKLEIN et al., 2001), portanto o teor de açúcares totais está diretamente relacionado com a densidade e o °Brix.

Os valores de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), presentes nos sucos de uva analisados, variaram de $14,0^{\circ}$ Brix a $19,1^{\circ}$ Brix, apresentando-se dentro da legislação brasileira, o qual estabelece o mínimo de 14° Brix (BRASIL, 2000). Santana et al. (2008), encontraram valores de $14,21^{\circ}$ Brix a $17,30^{\circ}$ Brix em três diferentes marcas de suco comercializadas nas regiões centro-oeste e sudeste do Brasil. Nagato et al. (2003) também avaliaram sucos de uva comerciais brasileiros e verificaram valores entre $14,0^{\circ}$ Brix a $18,9^{\circ}$ Brix. Rizzon e Link (2006) encontraram em sucos elaborados por panelas extratoras no Rio Grande do Sul valores de 12,2 a 13,1. Estes autores justificam os baixos teores devido ao efeito da diluição do vapor da água utilizada no aquecimento e na extração da matéria corante da uva.

Para a análise de acidez volátil, a maior concentração (0,07g% de ácido acético) foi encontrada no suco da variedade Isabel elaborado pelo processo de trocador de calor. A legislação brasileira, Instrução Normativa nº 01 de 07/01/00, permite um teor máximo de 0,05g% de acidez volátil expressa em g% de ácido acético. Esta acidez elevada pode estar relacionada ao estado sanitário da uva.

Para a análise de acidez total, todas as amostras de suco analisadas estão dentro dos padrões de identidade e qualidade permitidos pela legislação brasileira conforme Instrução Normativa nº 01 de 07/01/00 (mínimo de 0,41g% ácido tartárico). A acidez total corresponde à soma das formas livres, não salinizadas, de todos os ácidos presentes e origina-se principalmente a partir dos ácidos tartárico, málico e cítrico das uvas (RIZZON; MIELE, 1995). Os valores variaram de 0,68g% a 0,92g% ácido tartárico (Tabela 6), semelhantes aos encontrados por Gurak et al. (2008) (0,68g% a 1,01g% ácido tartárico). O suco elaborado com uva da variedade Bordô através do processo de trocador de calor, apresentou o maior teor de acidez total (0,92% ácido tartárico). Este resultado pode ser devido ao teor de ácidos fixos estarem presentes na película e serem liberados durante o processo de elaboração (RIZZON et al., 1998). Malacrida e Motta (2006) encontraram em sucos de uva integral e reconstituídos valores de 0,4 a 0,57 e 0,61 a 0,92g% de ácido tartárico, respectivamente. Nagato et al. (2003) em dez amostras de marcas comerciais brasileiras encontraram valores de acidez entre 0,5g% a 0,9g% de ácido tartárico.

Os resultados do teor de grau alcoólico (%v/v) foram inferiores ao limite de 0,5% v/v estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 1990). Os baixos teores de grau alcoólico nos sucos são devido a não ocorrência do processo fermentativo. Os maiores teores de grau alcoólico foram observados no suco elaborado através da panela extratora sem adaptação aquecida com fornalha, (0,19% v/v) e no suco elaborado através do trocador de calor (0,18% v/v), seguido do suco elaborado pela panela extratora sem adaptação aquecida com vaso de

aquecimento (0,16% v/v). Tais resultados podem estar relacionados com o tempo de contato com o bagaço, que pode ter ocasionado o início da fermentação.

Apesar do pH não ser um parâmetro exigido pela legislação, é um parâmetro importante de ser avaliado, pois influencia principalmente a forma na qual as antocianinas encontram-se presentes (WROLSTAD et al., 2005). Os valores de pH dos sucos elaborados neste trabalho apresentaram teores entre 3,31 a 3,73. Nagato et al. (2003) encontraram valores na faixa de 2,9 a 3,3 para sucos comerciais, encontrados no mercado em São Paulo. Gurak et al. (2008), determinaram o pH de sucos de algumas marcas comerciais brasileiras produzidos no Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina e encontraram valores na faixa de 2,94 a 3,58. Natividade et al. (2010), analisaram sucos elaborados na região de Jales, em São Paulo, das variedades Isabel Precoce, Bordô e Isabel Precoce/Bordô elaborados através de painéis extratoras e obtiveram valores de 3,31 a 3,54. Rizzon e Link (2006) encontraram uma média de 3,37 para sucos elaborados no Rio Grande do Sul.

A relação °Brix/Acidez Total, representa o equilíbrio entre o gosto doce e ácido dos sucos, sendo, portanto, um indicativo de qualidade (PEZZI; FENOCCHIO, 1976). A legislação brasileira estabelece os limites dessa relação entre 15 e 45. Os valores mais elevados representam sucos de uva menos ácidos. As amostras dos sucos de uva apresentaram valores entre 17,5 a 25,9.

Rizzon e Link (2006) em trabalho realizado com diferentes variedades *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*, observaram variabilidade entre os sucos obtidos com diferentes variedades. Os autores também verificaram que, independentemente da origem da uva, a tecnologia de produção empregada no processamento do suco pode resultar em diferentes níveis de extração de substâncias presentes na película das uvas, dando origem a variações importantes na composição química e sensorial do produto. Marzarotto (2005) também cita que os fatores tecnológicos mais importantes que poderiam atuar sobre estas variáveis são a temperatura e o tempo de extração.

Os resultados do resveratrol e compostos fenólicos totais dos sucos elaborados (variedades Bordô e Isabel orgânicas) estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados das análises de resveratrol e compostos fenólicos totais em suco de uva, safra 2012.

Sistema de elaboração	Sistema de aquecimento	Resveratrol (mg.L ⁻¹)				Compostos fenólicos totais			
		Bordô		Isabel		Bordô		Isabel	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Panela sem adaptação	Caldeira	2,74 ^{Cb} ± 0,05		3,36 ^{Aa} ± 0,17		116 ^{Ba} ± 0		52,1 ^{Ab} ± 0,01	
	Fornalha	3,00 ^{BCa} ± 0,36		2,61 ^{Ba} ± 0,27		97,6 ^{Da} ± 0,08		46,1 ^{Cb} ± 0,02	
	Vaso de aquecimento	5,23 ^{Aa} ± 0,20		2,42 ^{BCb} ± 0,22		101 ^{Ca} ± 0,09		40,2 ^{Eb} ± 0,02	
	Óleo diesel	3,21 ^{Ba} ± 0,22		1,97 ^{CDb} ± 0,10		120 ^{Aa} ± 0,04		42,8 ^{Db} ± 0,02	
	Média	3,55 ± 0,13		2,59 ± 0,07		109 ± 0,04		45,3 ± 0,02	
Panela com adaptação	Óleo diesel	3,28 ^{Ba} ± 0,09		1,84 ^{Db} ± 0,02		95,2 ^{Ea} ± 0,01		47,1 ^{Bb} ± 0,08	
Trocador de calor	Trocador	1,66 ^{Da} ± 0,18		0,91 ^{Eb} ± 0,05		93,9 ^{Eb} ± 0,1		38,7 ^{Fb} ± 0,08	

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna e médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem significativamente através da Análise de Variância complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Os valores de resveratrol encontrados neste estudo (Tabela 7), variaram de $0,91 \pm 0,05$ mg.L⁻¹ (Isabel) a $5,23 \pm 0,20$ mg.L⁻¹ (Bordô), sendo superiores aos encontrados por Sautter et al. (2005) em sucos de uva brasileiros comerciais ($0,19$ e $0,9$ mg.L⁻¹) e Badalotti (2011) em sucos da variedade Bordô orgânica ($0,75$ mg.L⁻¹). Ianssen et al. (2003) estudaram o conteúdo de resveratrol em sucos da variedade Isabel e encontraram teores de $1,92$ mg.L⁻¹ (safra 2001) e $3,67$ mg.L⁻¹ (safra 2002). Sautter et al. (2005) determinaram o conteúdo de resveratrol em sucos elaborados com uvas irradiadas e encontraram em média $7,14$ mg.L⁻¹. Dani et al. (2008) encontraram valores superiores de resveratrol em suco orgânico ($0,213$ mg.L⁻¹) que em sucos convencionais ($0,075$ mg.L⁻¹).

Os sucos da variedade Bordô apresentaram teores de resveratrol superiores aos sucos da variedade Isabel, com exceção do suco elaborado com panela extratora sem adaptação aquecida com caldeira e do suco elaborado através da panela extratora sem adaptação aquecida com fornalha onde não houve diferença estatística entre as variedades. Badalotti (2011) também encontrou o maior teor de resveratrol no suco da cultivar Isabel (orgânica) ($1,79$ mg.L⁻¹), que diferiu estatisticamente das demais (Concord $0,43$ mg.L⁻¹ e Bordô $0,75$ mg.L⁻¹), também orgânicas, que, por sua vez, não diferiram entre si.

Para os sucos elaborados com a variedade Bordô, o processo que extraiu mais resveratrol foi o realizado com a panela sem adaptação com vaso de aquecimento ($5,23 \pm 0,20$ mg.L⁻¹), enquanto que nos sucos elaborados com a variedade Isabel, a maior concentração de resveratrol ocorreu no suco elaborado com panela extratora sem adaptação aquecida com

caldeira ($3,36 \pm 0,17 \text{ mg.L}^{-1}$). O valor médio encontrado nos sucos da variedade Bordô elaborados com panela extratora sem adaptação foi superior ($3,55 \pm 0,13 \text{ mg.L}^{-1}$) à média dos sucos da variedade Isabel ($2,59 \pm 0,07 \text{ mg.L}^{-1}$). Nos sucos elaborados por trocador de calor, os teores de resveratrol foram menores que das panelas extratoras, tanto sem adaptação como com adaptação, provavelmente devido ao menor tempo de contato com as uvas (cascas) para aquecimento e extração do suco.

Para os compostos fenólicos totais, os teores dos sucos elaborados com a variedade Bordô também foram superiores aos sucos elaborados com a variedade Isabel, independentemente do sistema e do tipo de aquecimento utilizado. A maior média foi encontrada no suco da variedade Bordô (120), obtido através da panela extratora sem adaptação aquecida com óleo diesel, seguido do suco também da variedade Bordô (116) obtido através de panela extratora sem adaptação aquecida com caldeira.

Dani et al. (2007) encontraram em sucos orgânicos um conteúdo de polifenóis mais altos quando comparados com aqueles elaborados a partir de uvas cultivadas de forma convencional. Como pesticidas não são utilizados na agricultura orgânica, as plantas ficam mais suscetíveis à ação de compostos fitopatogênicos. Isso faz com que produzam quantidades maiores de compostos fenólicos como um método de autodefesa (SOLEAS et al., 1997).

Verificou-se uma correlação direta moderada ($r=0,517$; $p<0,001$) entre os compostos fenólicos totais e resveratrol.

Os sucos elaborados com panela extratora obtiveram resultados de resveratrol e compostos fenólicos totais superiores aos sucos de trocador de calor, provavelmente devido ao maior tempo de contato com as uvas durante o aquecimento. Amati et al. (1975 apud VENTURIN, 2004) relatam que o vapor gerado pelo gerador das panelas extratoras sobe pela estrutura cônica do extrator e entra no depósito onde está a uva. Este vapor aumenta a tensão superficial das estruturas da casca e aquece a uva, promovendo o rompimento da casca e despectinização do mosto, diminuindo a viscosidade e facilitando a sua decantação, ao mesmo tempo facilita o arraste de compostos fenólicos presentes na casca.

Independentemente da origem da uva, a tecnologia de produção empregada no processamento do suco pode resultar em diferentes níveis de extração de substâncias presentes na película das uvas, dando origem a variações importantes na composição química e sensorial do produto (RIZZON; LINK, 2006).

4.3.2 Resultados de °Brix e razão isotópica $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ da água

Através do °Brix e do valor isotópico do mosto e do suco de uva final, foram realizados cálculos da porcentagem de água incorporada ao suco, conforme Tabela 8.

A média da incorporação de água nos sucos, levando-se em consideração o °Brix, foi superior nos sucos elaborados com panela extratora sem adaptação do que na panela adaptada e no trocador de calor. A incorporação média foi de 16,8% para a variedade Bordô e 15,1% para a variedade Isabel.

Tabela 8 - Resultados do °Brix $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ do suco de uva, safra 2012.

Sistema de elaboração do suco	Sistema de aquecimento	°Brix Mosto		°Brix Suco		$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Mosto (%)		$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Suco (%)		% água incorporada em relação ao °Brix		% água incorporada em relação a $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	
		Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel	Bordô	Isabel
Panela sem adaptação	Caldeira	18,2	17,4	14,7	14,6	3,11	-1,68	0,30	-2,25	19,0	16,1	31,7	14,1
	Fornalha	17,5	16,7	14,5	14,0	1,83	-1,61	-0,32	-2,74	17,3	16,5	28,9	10,1
	Vaso de aquecimento	18,1	17,6	14,3	14,0	0,98	-1,61	-1,30	-2,00	20,7	20,4	35,6	9,80
	Óleo diesel	17,6	18,1	15,8	16,8	1,51	-1,02	-0,87	-1,60	10,2	7,56	33,1	13,5
Média		17,8	17,5	14,8	14,9	1,86	-1,48	-0,55	-2,15	16,8	15,1	32,3	11,9
Panela com adaptação	Óleo diesel	17,5	20,1	16,2	19,1	1,22	-0,30	-0,21	-1,10	7,39	4,73	20,7	15,9
Trocador de calor	Trocador	17,8	18,0	17,0	18,1	2,94	1,90	2,14	-1,33	4,67	0,00	9,21	42,4

Entre os sistemas de elaboração de suco, o sistema sem adaptação aquecido com vaso de aquecimento resultou em uma maior incorporação de água para as duas variedades estudadas. Esta incorporação pode ser devida à queda de temperatura da água que ocorre a cada reabastecimento, aumentando a condensação no sistema de extração. Os sucos elaborados através da panela extratora adaptada apresentaram médias de incorporação de água, em relação ao °Brix, inferiores para as duas variedades. A porcentagem de incorporação de água, determinada através do °Brix, para os sucos elaborados por trocador de calor foram inferiores em relação aos processos anteriores, sendo que no suco da variedade Isabel não houve incorporação de água. No processo de trocador de calor não há contato do mosto com a água, portanto a incorporação de 4,67% de água no suco Bordô foi devido à entrada de água através da bomba que foi utilizada para conduzir a uva que estava presa no sistema de condução do mosto para o trocador, observada durante a coleta do suco na agroindústria.

A panela extratora que apresentou a menor incorporação de água foi a aquecida

através do sistema de queimador a óleo diesel, tanto para o suco de Bordô (10,2%) como de Isabel (7,56%). Comparando-se esses sucos com os elaborados através da panela extratora adaptada, também aquecida através de queimador a óleo diesel houve uma redução na incorporação de água em torno de 3% para as duas variedades (Tabela 8), levando-se em consideração o °Brix. Nesse sistema de aquecimento, a uva permaneceu nas panelas extratoras por 30 minutos, diferente dos outros processos onde a uva ficou em contato com o vapor durante 45 minutos. A incorporação de água nesse sistema foi menor provavelmente devido a três fatores: menor tempo da uva em contato com o vapor de água, uma menor oscilação na temperatura do vapor ou devido ao fato de ter a pressurização controlada.

Os resultados da incorporação de água, considerando os valores isotópicos de oxigênio do mosto e do suco, não refletem os valores da incorporação de água, conforme resultados obtidos nos experimentos anteriores, provavelmente devido ao fracionamento isotópico provocado pelo aquecimento durante os processos.

5 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram que, levando-se em consideração o °Brix, nos sucos elaborados por trocador de calor não ocorre a incorporação de água. Os sucos elaborados por panela extratora sem adaptação apresentaram uma incorporação média de água que variou de 7,56% a 18,6% enquanto que nos sucos elaborados com panela extratora adaptada (aquecida por queimador a óleo diesel) a incorporação de água foi de 4,73% para a variedade Isabel a 7,39% para a variedade Bordô. Entre as panelas extratoras sem adaptação, o processo que resultou em menor incorporação de água foi o sistema aquecido por queimador a óleo diesel, tanto para os sucos de Bordô quanto para os sucos de Isabel.

A porcentagem média de água incorporada (14,4%) levando-se em consideração o peso da uva e o volume do suco final está de acordo com a porcentagem encontrada em relação ao °Brix.

Não foi possível determinar a incorporação de água utilizando-se os valores da razão isotópica do oxigênio, devido ao fracionamento isotópico causado pelo aquecimento durante o processo.

Os valores da razão isotópica do carbono não apresentaram diferença significativa entre o mosto e o suco final, nos dois processos estudados (panela extratora aquecida por caldeira e trocador de calor).

Os sucos elaborados com a variedade Bordô apresentaram maior concentração de resveratrol e compostos fenólicos totais quando comparados aos sucos da variedade Isabel, sendo que o suco Bordô elaborado por panela extratora sem adaptação, com vaso de aquecimento, apresentou maior teor em resveratrol entre todos os sucos elaborados.

Nos sucos elaborados através das panelas extratoras, mesmo que ocorra a incorporação de água, a extração de resveratrol e compostos fenólicos totais é significativa e superior aos sucos elaborados por trocador de calor, em ambas as variedades estudadas.

Para diminuir a incorporação de água no sistema de panela extratora podem ser realizadas algumas modificações e otimizações nas panelas como, por exemplo, controlar a pressão do vapor que gera calor para extração do suco e adaptar um sistema de extração de vapor.

Os sucos elaborados através da panela extratora e panela extratora adaptada apresentaram elevada concentração de compostos benéficos à saúde e poderiam ser classificados em uma nova categoria de sucos, visto que ocorre incorporação de água durante o processo de elaboração, que não é permitida pela atual legislação brasileira para a categoria

de suco de uva integral.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAUAN, A. P. Supermolécula pode prevenir doenças. **Revista da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 2, n. 133, p. 6-9, 2007.

AMAZON GROUP. **Filtro rotativo à vácuo**. Disponível em: <<http://www.amazongroup.com.br/downloads/equipamentos/frp.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Resolução nº 04/88**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/04_cns.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2011.

ASAMI, D. K.; HONG, Y. J.; BARRETT, D. M.; MITCHELL, A. E. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. **Journal of Agriculture of Food Chemistry**, v. 51, p. 1237-1241, 2003.

BADALOTTI, D. A. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante de sucos de uva Bordô, Concord e Isabel elaborados com uvas produzidas pelo sistema orgânico**. 2011. Monografia (Graduação em Tecnologia em Viticultura e Enologia) - Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2011. Disponível em: <http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2012428125124750daianebadalotti__prontissimo.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 99.066 de 08 de março de 1990**. Regulamenta a Lei nº 7.678 de 08 de novembro de 1988 que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 16 ago. 2011.

_____. **Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000**. Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Revoga a Instrução Normativa nº 12 de 10 de setembro de 1999. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.dooperacao=visualizar&id=7777>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

_____. **Instrução Normativa nº 24 de 08 de setembro de 2005**. Aprova o manual operacional de bebidas e vinagres. Revoga a portaria nº 77 de 27 de novembro de 1986. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 04 abr. 2011.

_____. **Instrução Normativa nº 39 de 08 de agosto de 2007**. Metodologia de análise da determinação da razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ dos açúcares do suco, néctar, refresco e bebida de uva. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

_____. **Decreto nº 6.344, de 4 de janeiro de 2008**. Dá nova redação ao § 1º do art. 66 do Decreto nº 99.066, de 8 de março de 1990, que 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. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 16 ago. 2011.

acaoFederal>. Acesso em: 05 jun. 2012.

_____. **Decreto nº 6871 de 4 de junho de 2009a**. 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. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 15 de julho de 2013.

_____. **Instrução Normativa nº 10 de 14 de abril de 2009b**. Metodologia de análise da razão isotópica $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ da água dos vinhos e derivados. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

_____. **Instrução Normativa nº 24, de 30 de agosto de 2012**. Fixa a quantidade mínima de cinquenta por cento de polpa ou suco de uva no néctar de uva. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal> Acesso em: 15 de julho de 2013.

BRAUSE, A. R.; RATERMAN, J. M.; PETRUS, D.; DONER, L. W. Fruits and Fruits Products. Verification of Authenticity of Orange Juice. **Analytical Chemistry**, v. 67, p. 535-539, 1984.

BRÉAS, O.; RENIERO, F.; SERRINI, G. Isotope ratio mass spectrometry: analysis of wines from different european countries. **Rapid Communication Mass Spectrometry**, v. 8, p. 967-970, 1994.

CABRERA, S. G.; JANG, J. H.; KIM, S. T.; LEE, Y. R.; LEE, H. J.; CHUNG, H. S.; MOON, K. D. Effects of processing time and temperature on the quality components of Campbell grape juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 33, p. 347-360, 2008.

CALDERONE, G.; GUILLOU, C. Analysis of isotopic ratios for the detection of illegal watering of beverages. **Food Chemistry**, p.1399-1405, 2008.

CAMARGO, U. A.; 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. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 53). Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot053.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2011.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; NACHTIGAL, J. C. **BRS Violeta** - Nova Variedade de Uva para Suco e Vinho de Mesa. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 63). Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot063.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2011.

CASTELLARI, M.; SARTINI, E.; FABIAN, A.; ARFELLI G.; AMATI, A. Analysis of wine phenolics by high performance liquid chromatography using a monolithic type column. **Journal of Chromatography**, v. 973, p. 221-227, 2002.

CHIVA-BLANCH, G.; URPI-SARDA, M.; ROS, E.; ARRANZ, S.; VALDERAS-MARTINEZ, P.; CASAS, R.; SACANELLA, E.; LLORACH, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M.; ANDRES-LACUEVA, C.; ESTRUCH, R. Dealcoholized red wine decreases systolic

and diastolic blood pressure and increases plasma nitric oxide. **American Heart Association**. Short Communication, 2012.

CHOU, E. J.; KEEVIL, J. G.; AESCHLIMAN, S.; WIEBE, D. A.; FOLTS, J. D.; STEIN, J. H. Effect of ingestion of purple grape juice on endothelial function in patients with coronary heart disease. **American Journal of Cardiology**, v. 88, p. 553-555, 2001.

CURVELO-GARCIA, A. S. **Controlo de qualidade dos vinhos**. Lisboa: Instituto da Vinha e do Vinho, 1988.

DANI, C.; BONATTO, D.; SALVADOR, M.; PEREIRA, M. D.; HENRIQUES, J. A. P.; ELEUTHERIO, E. Antioxidant protection of resveratrol and catechin in *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 56, n. 11, p. 4268-4272, 2008.

DANI, C.; OLIBONI, L. S.; VANDERLINDE, R.; BONATTO, D.; SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. A. P. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically or conventionally produced grapes. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, n. 12, p. 2574-2580, 2007.

DELAUNOIS, B.; CORDELIER, S.; CONREUX, A.; CLÉMENT, C.; JEANDET, P. Molecular engineering of resveratrol in plants. **Plant Biotechnology Journal**, v. 7, p. 2-12, 2009.

DUTRA, S. V.; ADAMI, L.; MARCON, A. R.; CARNIELI, G. J.; ROANI, C. A.; SPINELLI, F. R.; LEONARDELLI, S.; DUCATTI, C.; MOREIRA, M. Z.; VANDERLINDE, R. Determination of the geographical origin of Brazilian wines by isotope and mineral analysis. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 401, n. 5, p. 1575-1580, 2011.

EWING, G. W. Espectrometria de massa. In: **Métodos instrumentais de análise química**. Ed. Edgard Blucher Ltda., v. 2, p. 317-336, 1972.

FERRERO, M. E.; CORSI, M.; GIOVANNINI, L.; BONFRÀTE, C.; DE CATERINA, R.; TILLEMENT, J. P.; BERTELLI, A. A. E.; BERTELLI, A. Activity of resveratrol on endothelial adhesion molecules. **International Journal of Tissue Reactions**, v. 19, p. 121-124, 1997.

FLANZY, C. **Enologia**: fundamentos científicos y tecnológicos. 2ª. ed. Mundi Prensa, Madrid. AMV Ediciones, 797 p., 2003.

FRANKEL, E. N.; BOSANEK, C. A.; MEYER, A. S.; SILLIMAN, K.; KIRK, L. L. Commercial grape juice inhibits the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 46, p. 834-838, 1998.

FRÉMONT, L. Biological effects of resveratrol. **Life Science**, v. 66, p. 663-673, 2000.

FULEKI, T.; RICARDO DA SILVA, M. J. Effects of cultivar and processing method on the contents of catechins and procyanidins in grape juice. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 640-646, 2003.

GAROGLIO, P. G. **Nuova enologia**. Enciclopedia Vitivinicola Mondiale. Itália, Edizioni

AEB, 629 p., 1980.

GIADA, M. L. R.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante in vitro de compostos fenólicos de alimentos. **Nutrire**, v. 28, p. 91-107, 2004.

GONZÁLES-BARRIO, R.; VIDAL-GUEVARA, M. L.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ESPÍN, J. C. Preparation of a resveratrol-enriched grape juice based on ultraviolet C-treated berries. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 374-382, 2009.

GUCEK, M.; MARSEL, J.; OGRINC, N.; LOJEN, S. Stable isotopes determinations in some fruit juices to detect added sugar. **Acta Chimica Slovenica**, v. 45, n. 3, p. 217-228, 1998.

GURAK, P. D.; SILVA, M. C.; MATTA, V. M.; ROCHA-LEÃO, M. H.; CABRAL, L. M. C. Avaliação de parâmetros físico-químicos de sucos de uva integral, néctares de uva light. **Revista de Ciências Exatas**, Seropédica: EDUR, v. 27, n. 1-2, 15 p., 2008.

IANSEN, C.; MARASCHIN, R. dos p.; NUNES, M. M.; GONÇALVES, V. Z.; CIMADON, A. M. A.; CARO, M. S. B. CARO, M. B. S.; CARO, M. B. S. C.; MARASCHIN, M. Conteúdo de trans-resveratrol em sucos da variedade Isabel, safras 2001, 2002 e 2003, oriundos do Vale do Rio do Peixe – Santa Catarina. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA. Bento Gonçalves, 2003.

JAMIN, E. **Isotopic analysis of wine and wine vinegar**: new state of the art. XXVII world congress of vine and wine, Bratislava, Eslováquia, 2002. Disponível em: <<http://www.eurofins.com>>. Acesso em: 11 fev. 2013.

JANNIN, B.; DELMAS, D.; VALOT, B.; HEIMERDINGER, C.; BERLOT, J. P.; HILDRESTRAND, G.; LATRUFFE, N. Approaches in the study of bioabsorption of resveratrol, a wine component: interactions with protein and cell uptake. **Bulletin de L'office International de la Vigne et du Vin**, v. 75 n. 851/852, p. 65-80, 2002.

KEEVIL, J. G.; OSMAN, H. E.; REED, J. D.; FOLTS, J. D. Grape juice, but not orange juice or grapefruit juice, inhibits human platelet aggregation. **Journal of Nutrition**, v. 130, n. 1, p. 53-56, 2000.

LANDRAULT, N.; LARRONDE, F.; DELAUNAY, J. C.; CASTAGNINO, C.; VERCAUTEREN, J.; MERILLON, J. M.; GASC, F.; CROS, G.; TEISSEDE, P. L. Levels of stilbene oligomers and astilbin in french varietal wines and in grapes during noble rot development. **Journal Agriculture of Food Chemistry**, v. 50, p. 2046-2052, 2002.

LICATTI, F. Isótopos estáveis do carbono (^{12}C , ^{13}C) em plantas dos ciclos bioquímicos C_3 e C_4 . 1997. Monografia - Instituto de Biociência, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1997.

LOMBARDI-BOCCIA, G.; LUCARINI, M.; LANZI, S.; AGUZZI, A.; CAPELLONI, M. Nutrients and antioxidant molecules in yellow pluma (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: a comparative study. **Journal of Agriculture of Food Chemistry**, v. 52, p. 90-94, 2004.

MAGDAS, A. D.; VEDEANU, N. S.; PUSCAS, R. The use of stable isotopes ratios for authentication of fruit juices. **Chemicals Papers**, v. 66, n. 2, p.152-155, 2012.

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

_____. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

MARZAROTTO, V. Suco de Uva. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas**. Matéria Prima, Processamento, BPF/APPCC, Legislação, Mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

MARTIN, M. L.; MARTIN, G. J. Deuterium NMR. In: **Study of site-specific natural isotope fraction (SNIF-NMR)**. Université de Nantes, França, 1991.

MCMURTREY, K. D.; MINN, J.; POBANZ, K.; SCHULTZ, T. P. Analysis of wines for resveratrol using direct injection high-pressure liquid chromatography with electrochemical detection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 10, 1994.

MEZZANO, D.; LEIGHTON, F.; MARTÍNEZ, C.; MARSHALL, G.; CUEVAS, A.; CASTILLO, O.; PANES, O.; MUÑOZ, B.; PÉREZ, D. D.; MIZÓN, C.; ROZOWSKI, J.; SAN MARTIN, A.; PEREIRA, J. Complementary effects of Mediterranean diet and moderate red wine intake on haemostatic cardiovascular risk factors. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, p. 444-451, 2001.

MIELE, A.; RIZZON, L. A.; ZANOTTO, D. L. Free amino acids in Brazilian grape juices. *Rivista de Viticoltura e di Enologia*. **Conegliano**, v. 43, n. 4, p. 15-21, 1990.

MORAES, I. V. M. **Produção de polpa de fruta congelada e suco de frutas**. Dossiê técnico. Rede de tecnologia do rio de janeiro redetec. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTE3>>. Acesso em: 08 jan. 2013.

MORASCH, B.; RICHNOW, H. H.; SCHINK, B.; MECKENSTOCK, R. U. Stable hydrogen and carbon isotope fractionation during microbial toluene degradation: mechanistic and environmental aspects. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 4842-4849, 2001.

MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. **Química Orgânica**. 9. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990. 1639 p.

NAGATO, L. A. F.; RODAS, M. A. B.; DELLA TORRE, J. C. M.; CANO, C. B.; BARSOTTI, R. C. F.; YOTSUYANAGI, K. Parâmetros físicos e químicos e aceitabilidade sensorial de sucos de frutas integrais, maracujá e uva, de diferentes marcas comerciais brasileiras. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 127-136, 2003.

NATIVIDADE, M. M. P.; FANTE, C. A.; ALVES, R. S.; LIMA L. C. O. Avaliação das características físico-químicas de sucos de uva integral para comparação com especificações legais. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, Lavras, MG, 2010.

Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/lavras/resumos/1494.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

O'BYRNE, D. J.; DEVARAJ, S.; GRUNDY S. M.; JIALAL, I. Comparison of the antioxidant effects of Concord grape juice flavonoids α -tocopherol on markers of oxidative stress in healthy adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 6, p. 1367-1374, 2002.

OGRINC, N.; KOSIR, I. J.; KOCJANCIC, M.; KIDRIC, J. Determination of authenticity, regional origin, and vintage of Slovenian wines using a combination of IRMS and SNIF-NMR analyses. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 49, n. 3, p. 1432-1440, 2001.

OIV. **Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis**. Method for $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ isotope ratio determination of water in wines and must. Resolution OENO 353/2009.

PÉREZ, C. G.; MARTÍN, M. I. G. Análisis de isótopos estables – Una potente herramienta para la tipificación de cavas y vinos espumosos. **Alimentacion Equipos y Tecnologia**, v.18, n. 10, p. 141-147, 1999.

PEZZI, G. M.; FENOCCHIO, P. Estudo analítico dos sucos de uva comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 12, p. 11-13, 1976.

PONTES, P. R. B.; SANTIAGO, S. S.; SZABO, T. N.; TOLEDO, L. P.; GOLLÜCKE, A. P. B. Atributos sensoriais e aceitação de sucos de uva comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 313-318, 2010.

RIBERÉAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Tratado de Enología**. 1. Microbiología del vino - Vinificaciones. 2. Química del Vino. Estabilización y Tratamientos. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2003. 655 p.

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

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de Uva**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 50 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

_____. **Sistema de produção de vinho tinto**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. (Sistemas de Produção, 12). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinho/SistemaProducaoVinhoTinto/estabilizacao.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; MANFROI, V. **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 24 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 21).

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Características analíticas de sucos de uva elaborados no Rio Grande do Sul. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 129-133, 1995.

RODRIGUES, A. D.; SCHEFFEL, T. B.; SCOLA, G.; SANTOS, M. T., FANK, B.; FREITAS, S. C. V.; DANI, C.; VANDERLINDE, R.; HENRIQUES, J. A. P.; COITINHO, A. S.; SALVADOR, M. Neuroprotective and anticonvulsant effects of organic and conventional purple grape juices on seizures in Wistar rats induced by pentylentetrazole. **Neurochemistry International**, v. 60, p. 799-805, 2012.

ROSSMANN, A.; KOZIET, J.; MARTIN, G. J.; DENNIS, M. J. Stable isotope ratio determination and its combination with conventional analysis for fruit juice authenticity control. **Analytical Chimica Acta**, v. 340, p. 21-29, 1997.

ROSSMANN, A.; RENIERO, F.; MOUSSA, I.; SCHMIDT, H.-L.; VERSINI, V.; MERLE, M. H. Stable oxygen isotope content of water of EU data-bank wines from Italy, France and Germany. **Z Lebensm Unters Forsch A**, v. 208, p. 400-407, 1999.

ROSSMANN, A.; SCHMIDT, H. L.; RENIERO, F.; VERSINI, G.; MOUSSA, I.; MERLE, M. H. Stable carbon isotope content in ethanol of EC data bank wines from Italy, France and Germany. **Z Lebensm Unters Forsch**, v. 203, p. 293-301, 1996.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: McGraw-Hill, 1982. 879 p.

SALMORIA, D. C. **Determinação do isótopo estável ^{13}C em sucos de uva**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2002.

SANTANA, M. T. A.; SIQUEIRA, H. H.; REIS, K. C.; LIMA, L. C. O.; SILVA, R. J. L. Caracterização de diferentes marcas de sucos de uva comercializados em duas regiões do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n3/a27v32n3.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2013.

SAUTTER, C. K.; DENARDIN, S.; ALVES, A. O.; MALLMANN, C. A.; PENNA, N. G.; HECKTHEUER, L. H. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n3/27008.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

SCHMIDT, H. L.; WERNER, R. A.; EISENREICH, W. Systematics of ^2H patterns in natural compounds and its importance for the elucidation of biosynthetic pathways. **Phytochemistry Reviews**, v. 2, p. 61-85, 2003.

SEAPA. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio do Rio Grande do Sul. Caxias do Sul. **Cadastro Vitícola**, 2013.

SHUKITT-HALE, B.; CAREY, A.; SIMON, L.; MARK, D. A.; JOSEPH, J. A. Effects of Concord grape juice on cognitive and motor deficits in aging. **Nutrition**, v. 22, n. 3, p. 295-302, 2006.

SILVA, B. M.; SEABRA, R. M.; ANDRADE, P. B.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, M. A. Adulteração por adição de açúcares a sumos de frutos: uma revisão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, n. 4, p. 184-191, 1999.

SINGLETERY, K. W.; STANSBURY, M. J.; GIUSTI, M.; VAN BREEMEN, R. B.; WALLIG, M.; RIMANDO, A. Inhibition of rat tumorigenesis by Concord grape juice

constituents. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 7280-7286, 2003.

SOLEAS, G. J.; GOLDBERG, D. M.; DIAMANDIS, E. P.; KARUMANCHIRI, E. NG. A.; TSANG, E. Comparative evaluation of four methods for assay of cis- and trans- resveratrol. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 48, n. 2, p. 169-176, 1997.

SZENDE, B.; TYIHAK, E.; KIRALY-VEGHELY, Z. S. Dose-dependent effect of resveratrol on proliferation and apoptosis in endothelial and tumor cell cultures. **Experimental and Molecular Medicine**, v. 32, n. 2, p. 88-92, 2000.

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

TRÍSKA, J.; HOUŠKA, M. Physical methods of resveratrol induction in grapes and grape products – A Review. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 30, n. 6, p. 489-502, 2012.

UVIBRA. **Comercialização de vinhos e derivados elaborados no RS de 2008 a 2013** – mercado interno e externo, em litros. 2013. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/pdf/comercializacao2008a2013_mar.pdf>. Acesso em: 20 maio 2013.

VENTURIN, L. Influência da temperatura de extração na elaboração de suco de uva Isabel (*Vitis labrusca*) pelo método de arraste de vapor. 2004. 31 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Viticultura e Enologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2004.

WATERHOUSE, A. Wine phenolics. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 957, p. 21-36, 2002.

WROLSTAD, R. E.; DURST, R. W.; LEE, J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 423-428, 2005.

ZOECKLEIN, B. W.; FUGELSANG, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F. S. **Analysis y producción de vino**. Zaragoza: Editorial Acribia, 2001. 613 p.