



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
ESPECIALIZAÇÃO EM PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

CARLA VALÉRIA DA SILVA PADILHA

**EFEITO DO TEMPO E DA TEMPERATURA DE AQUECIMENTO NA
CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTOCIANINAS EM
SUCOS DE UVA APÓS O PROCESSO DE ENGARRAFAMENTO**

PETROLINA – PE

2014

CARLA VALÉRIA DA SILVA PADILHA

**EFEITO DO TEMPO E DA TEMPERATURA DE AQUECIMENTO NA
CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTOCIANINAS EM
SUCOS DE UVA APÓS O PROCESSO DE ENGARRAFAMENTO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Processamento de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano para a obtenção do título de Especialista em Processamento de Frutas e Hortaliças.

Orientadora: **Páulia Maria C. L. Reis**

PETROLINA – PE

2014

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

CARLA VALÉRIA DA SILVA PADILHA

Efeito do tempo e da temperatura de aquecimento na concentração de compostos fenólicos e antocianinas em sucos de uva após o processo de engarrafamento

Monografia aprovada como requisito para a obtenção do grau de Especialista no Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, pela Comissão formada pelos professores:

PRESIDENTE: _____

PROF.^a PÁULIA MARIA CARDOSO LIMA REIS (IF SERTÃO-PE)
ORIENTADORA

MEMBRO: _____

PROF.^a ANA PAULA BARROS (IF SERTÃO-PE)

MEMBRO: _____

DR. GIULIANO ELIAS PEREIRA (EMBRAPA SEMIÁRIDO)

Petrolina, 18 de março de 2014.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades, em especial pela oportunidade de fazer uma especialização em uma área que eu tanto gosto, e por me dar força para lutar a cada dia e superar todas as dificuldades.

À coordenação e corpo docente do Programa de Pós Graduação em Processamento de Frutas e Hortaliças do IF Sertão-Petrolina por acreditarem que eu poderia ser uma boa aluna para a especialização. A eles gostaria de agradecer também pelo carinho, respeito e compreensão nesses 18 meses. Não teria sido fácil assistir aula aos sábados se não fosse o clima agradável e as aulas descontraídas.

Na qualidade de orientada, quero expressar o meu agradecimento à professora Páulia pela orientação prestada, paciência e confiança mesmo após o insucesso na primeira tentativa. Também ao professor Marcos Lima, pelas ideias sugeridas. Foi fundamental para o desenvolvimento da monografia. Ao pesquisador Giuliano Pereira por me permitir realizar o experimento no laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido, agradeço as condições de trabalho que proporcionou. E por fim agradeço ao pesquisador Raimundo Parente pela ajuda com a estatística, pela disponibilidade demonstrada e as oportunidades de aprendizagem proporcionadas.

À Cooperativa Nova Aliança, em especial a Igor que gentilmente cedeu os sucos e as uvas para a realização do experimento.

Aos colegas de curso pelos momentos vividos: Adriana, Ariana, Gil, Manu, Natiane, Igor, Sabrina, Sheila e Cida (minhas fiéis escudeiras).

À todos que me deram apoio instrumental para as análises realizadas: Erika, Larissa e em especial Walkia, por me ajudar nas análises. A Luiz Cláudio por todo conhecimento passado e amizade. À Elisângela e Antonio, técnicos do laboratório de química do IF Sertão, por me receberem bem e disponibilizarem tudo que precisei para a realização das análises.

Ao meu namorado (Eduardo) pelo o que representa, pelas incontáveis caronas até o IF, pelas lavagens de vidrarias, por ouvir sempre

meus problemas e pelo imenso companheirismo em acompanhar minhas e, no futuro, nossas conquistas.

Aos meus pais (Juarez e Soneide), pelos conselhos, pela preocupação e pelo apoio e incentivo nos estudos.

E a todos que, ao longo destes 18 meses vividos, durante a elaboração deste trabalho, dedicaram a ele algum momento de suas vidas. A todas estas pessoas, muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS -----	viii
LISTA DE FIGURAS -----	ix
RESUMO GERAL-----	x
GENERAL ABSTRACT -----	xi
INTRODUÇÃO GERAL -----	12
OBJETIVOS -----	13
1 Objetivo geral -----	13
2 Objetivos específicos -----	13
CAPÍTULO I: SUCO DE UVA -----	14
1 Definição de suco e legislação -----	15
2 Características nutricionais do suco de uva -----	15
3 Características antioxidantes do suco de uva -----	17
3.1 Principais antioxidantes do suco de uva -----	18
3.1.1 Compostos fenólicos -----	18
3.1.2 Antocianinas -----	19
3.1.2.1 Fatores que afetam a estabilidade das antocianinas -----	19
3.1.2.1.1 A temperatura como agente degradador de antocianinas -----	21
4 Alterações de qualidade do suco de uva durante o processamento -----	22
REFERENCIAS -----	23
CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SUCOS DE UVA ELABORADOS POR DIFERENTES TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO -----	28
RESUMO -----	29
1 INTRODUÇÃO -----	30
2 MATERIAL E MÉTODOS -----	31
2.1 Obtenção das amostras -----	31
2.2 Elaboração do suco de uva pelo método enzimático -----	32
2.3 Elaboração do suco de uva pelo método de extração a vapor -----	33
2.4 Análises físico-químicas -----	34
2.4.1 pH -----	34
2.4.2 Sólidos solúveis -----	34
2.4.3 Densidade -----	35
2.4.4 Extrato seco -----	35
2.4.5 Teor alcoólico -----	35
2.4.6 Acidez volátil -----	35
2.4.7 Acidez total -----	36
2.4.8 Dióxido de enxofre livre e total -----	37
2.5 Análises espectrofotométricas -----	37
2.5.1 Índice de polifenóis totais -----	37
2.5.2 Antocianinas totais -----	38
2.5.3 Determinação das cores, intensidade corante e tonalidade -----	38
2.6 Análise estatística -----	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	39
3.1 Análises físico-químicas -----	39
3.2 Análises espectrofotométricas -----	42

4 CONCLUSÕES -----	44
REFERÊNCIAS -----	45

CAPÍTULO III: EFEITO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE AQUECIMENTO SOBRE OS COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTOCIANINAS EM SUCOS DE UVA ELABORADOS PELOS MÉTODOS ENZIMÁTICO E ARRASTE A VAPOR -----	48
RESUMO -----	49
1 INTRODUÇÃO -----	50
2 MATERIAL E MÉTODOS -----	51
2.1 Determinação dos polifenóis totais pelo método Folin Ciocalteau -----	53
2.2 Determinação das antocianinas -----	53
2.3 Análise estatística -----	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	54
3.1 Degradação térmica dos compostos fenólicos -----	54
3.2 Degradação térmica das antocianinas -----	56
4 CONCLUSÃO -----	61
REFERÊNCIAS -----	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mudanças na estrutura das antocianinas em função do pH do meio-----	20
Figura 2: Fluxograma de elaboração de suco de uva pelo método enzimático ----	32
Figura 3: Fluxograma da elaboração do suco por arraste a vapor -----	34
Figura 4: Etapas de execução do experimento (a) amostras de suco de uva elaboradas pelos métodos enzimático e por arraste a vapor, (b) banho termoestatizado, (c) aquecimento das amostras em banho termoestatizado, (d) resfriamento das amostras -----	52
Figura 5: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método de arraste a vapor submetido a diferentes tempos em função da temperatura de aquecimento -----	58
Figura 6: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método enzimático submetido a diferentes tempos em função da temperatura de aquecimento -----	58
Figura 7: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método de arraste a vapor submetido a diferentes temperaturas em função do tempo de aquecimento -----	59
Figura 8: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método enzimático submetido a diferentes temperaturas em função do tempo de aquecimento -----	60
Figura 9: Percentual de perda de antocianina dos sucos de uva elaborados por dois métodos, em diferentes temperaturas -----	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos de suco de uva produzido pelos métodos enzimático e por arraste a vapor -----	40
Tabela 2: Parâmetros espectrofotométricos de suco de uva produzido pelo método enzimático e por arraste a vapor -----	44
Tabela 3: conteúdo de compostos fenólicos (g/L) presentes em sucos de uva elaborados por dois processos e submetidos a diferentes tempos e temperaturas de aquecimento -----	55

PADILHA, Carla Valéria da Silva. **Efeito do tempo e da temperatura de aquecimento na concentração de compostos fenólicos e antocianinas em sucos de uva após o processo de engarrafamento.** 52f, 2014, Monografia (Especialização) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2014.

Orientadora: Prof^a Paulia Maria C.L. Reis

RESUMO GERAL

O consumo de suco de uva no Brasil vem aumentando nos últimos anos. Com o aumento da procura, surge a necessidade de aperfeiçoamento nas técnicas de elaboração, a fim de se oferecer uma bebida com melhor qualidade, essencial para se obter a preferência do consumidor. No presente trabalho, foi avaliada a qualidade de sucos de uva elaborados pelos métodos enzimático e arraste a vapor quanto aos parâmetros físico-químicos e à evolução de compostos fenólicos, após o processo de engarrafamento. As características físico-químicas determinadas nas amostras foram densidade, sólidos solúveis totais, acidez total, acidez volátil, pH, extrato seco, álcool, dióxido de enxofre livre e total, índices de cor, intensidade e tonalidade de cor, índice de polifenóis totais e antocianinas. A evolução dos compostos fenólicos foi determinada ao avaliar os teores de polifenóis totais e de antocianinas nas amostras dos dois tipos de suco submetidos a diferentes tempos e temperaturas de aquecimento. Os dados das características físico-químicas dos sucos foram analisados estatisticamente através da análise de variância com aplicação do teste F. O delineamento utilizado no estudo do efeito da temperatura e do tempo de aquecimento sobre os compostos fenólicos de suco de uva foi inteiramente casualizado, em fatorial 4x5 (temperaturas x tempo de aquecimento), subdividido em parcelas (métodos de elaboração do suco) com 3 repetições. Os sucos estudados apresentaram elevados valores de pH, sendo 3,77 (método enzimático) e 3,89 (arraste a vapor). Os valores médios de sólidos solúveis (SS) variaram significativamente entre os métodos de elaboração, sendo encontrados 19,17 e 15,17 ° Brix para os métodos enzimático e por arraste a vapor, respectivamente. Esta diferença,

possivelmente ocorreu devido ao tipo de equipamento utilizado na elaboração, já que a panela extratora, utilizada no método de arraste a vapor, causa no suco uma diluição decorrente da condensação do vapor d'água. Para o estudo da degradação, os resultados indicaram que a degradação de antocianinas aumenta proporcionalmente ao tempo de exposição a altas temperaturas para ambos os métodos de elaboração. No entanto, verificou-se que a perda percentual de antocianinas é maior para os sucos elaborados pelo método de arraste a vapor. Foi observado um comportamento oposto no que se refere aos compostos fenólicos, com elevação dos seus teores, à medida em que se promove elevação do tempo de exposição.

Palavras-chave: Suco de uva, método de elaboração, degradação de compostos fenólicos, antocianinas, tratamento térmico.

PADILHA, Carla Valéria da Silva. **Effect of time and heating temperature on the concentration of anthocyanins and phenolic compounds in the grape juice after the bottling process.** 52f, 2014, Monograph (Specialisation) - Federal Office for Education, Science and Technology of Sertão Pernambucano, Petrolina, 2014.

Guiding: Prof^a Paulia Maria C.L. Reis

GENERAL ABSTRACT

The consumption of grape juice in Brazil has been increasing in recent years. With the increase in demand comes the need for improvement in manufacturing techniques in order to offer a better quality drink, essential for obtaining the consumer's preference. In the present study, we evaluated the quality of grape juice produced by enzymatic methods and steam distillation as the physico-chemical parameters and evolution of phenolic compounds after the bottling process. The physico - chemical characteristics were determined in the samples density , total soluble solids , total acidity , volatile acidity , pH , dry extract, alcohol, free and total sulfur dioxide , color indices , color intensity and hue , total polyphenol index and anthocyanins . The evolution of phenolic compounds was determined to evaluate the contents of total polyphenols and anthocyanins in the samples of the two types of juice under different heating times and temperatures. The data on physico - chemical characteristics of the juices were statistically analyzed by analysis of variance with application of F. The test design used to study the effect of temperature and heating time on the phenolic compounds of grape juice was completely randomized in 4x5 factorial (temperatures x heating time) , subdivided into plots (methods of preparing the juice) with 3 replications . The juices studied showed high pH values , being 3.77 (enzymatic method) and 3.89 (steam distillation). The mean values of soluble solids (SS) varied significantly among the methods of preparation , and found 19.17 and 15.17 ° Brix for the enzymatic methods and by steam distillation , respectively. This difference was possibly due to the type of equipment used in the preparation , since the extraction pot , used in the method of steam distillation , because the juice dilution resulting from the condensation of water vapor . To study the degradation, the results indicated

that the degradation of anthocyanins increases with the duration of exposure to high temperatures for both methods of preparation. However, it was found that the percentage loss of anthocyanin is higher for the juices produced by the method of steam distillation. An opposite behavior in respect to phenolic compounds, increasing their concentration, the extent to which promotes a rise time of exposure was observed.

Keywords: grape juice, method of preparation, degradation of phenolic compounds, anthocyanins, thermal treatment.

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, tem se observado um aumento no consumo de sucos de frutas e hortaliças processadas. Isso se deve, principalmente, à falta de tempo da população em preparar sucos da fruta *in natura*, à praticidade oferecida pelos produtos e à preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis (MATSUURA & ROLIM, 2002). Tal preocupação tem levado a população a buscar alimentos que ofereçam propriedades que vão além de nutrir, mas também proteger o organismo de enfermidades (FREITAS et al., 2010).

O consumo da uva e de seus derivados, a exemplo do suco, tem sido relacionado com a prevenção de certas doenças. Esses benefícios se devem à presença de compostos fenólicos nas uvas, que possuem alto potencial antioxidante e, portanto, são capazes de evitar a oxidação de substratos biológicos (SANTOS, 2009).

No entanto, alguns tratamentos aos quais as uvas e os mostos são submetidos durante a elaboração do suco como, por exemplo, o tratamento térmico, podem influenciar na quantidade de fenólicos totais e de antocianinas interferindo no potencial antioxidante dos mesmos (MALACRIDA & MOTTA, 2005).

Uma seqüência de capítulos será apresentada no decorrer da monografia. O primeiro capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre o suco de uva focando suas características nutricionais e funcionais e alterações causadas durante o processamento desta bebida. O segundo capítulo é referente à caracterização físico-química dos sucos de uva elaborados por diferentes processos. Dentre estas análises, estão: densidade, teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, dióxido de enxofre, pH, extrato seco, antocianinas totais, intensidade corante e tonalidade. Por fim, o terceiro capítulo apresentará o estudo do efeito da temperatura utilizada na elaboração dos sucos de uva em sua composição de polifenóis totais e antocianinas.

OBJETIVOS

1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade de sucos de uva elaborados pelos métodos enzimático e arraste a vapor quanto aos parâmetros físico-químicos e à evolução de compostos fenólicos, após o processo de engarrafamento.

2 Objetivos específicos

1. Realizar revisão bibliográfica sobre características nutricionais e funcionais em sucos de uva, bem como alterações causadas durante os processos de elaboração desta bebida.
2. Caracterizar os sucos de uva elaborados pelo método enzimático e por arraste de vapor, quanto a análises físico-químicas (pH, sólidos solúveis, acidez titulável e volátil, dióxido de enxofre livre e total, álcool, densidade, extrato seco, antocianinas e cor);
3. Determinar a quantidade de fenólicos totais e antocianinas dos sucos submetidos a diferentes tempos e temperaturas de aquecimento, após o processo de resfriamento.

CAPÍTULO I
SUCO DE UVA

1. Definição de suco e legislação

De acordo com o Ministério da Agricultura, através do Decreto nº 6871 de 04 de junho de 2009, suco é a bebida não fermentada, não concentrada, ressalvados nos casos especificados, e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo (BRASIL, 2009).

Segundo a portaria nº 55, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 27 de julho de 2004, o suco de uva pode ser classificado como:

- Integral ou simples - quando não há adição de açúcares na sua concentração natural.
- Concentrado - é o suco parcialmente desidratado, por meio de processo tecnológico adequado, apresentando concentração mínima equivalente a 65º Brix em sólidos naturais da fruta.
- Desidratado - é o produto sob a forma sólida, obtido pela desidratação do suco, cujo teor de umidade não exceda a 3%.
- Reprocessado ou reconstituído - é o produto obtido pela diluição do concentrado e/ou desidratado até a sua concentração natural.

A legislação estabelece ainda que, caso haja necessidade de adição de açúcar, essa não deve ultrapassar 10% da composição e no rótulo do produto deve conter a frase: “suco de fruta adoçado” (BRASIL, 2004).

2. Características nutricionais do suco de uva

A composição do suco de uva é semelhante à do fruto, sendo influenciada pela tecnologia de elaboração utilizada, principalmente pelo tempo e temperatura de extração (RIZZON *et al.*; 1998).

Os sólidos solúveis são compostos solúveis em água, importantes na determinação da qualidade da fruta e indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa. Os teores de sólidos solúveis tendem a aumentar durante o processo de maturação da fruta, seja

por biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo o regulamento técnico para fixação de padrões de identidade e qualidade para polpa de uva, o teor de sólidos solúveis em °Brix, a 20°C deve ser no mínimo 14, sendo o mesmo valor para suco de uva (BRASIL, 2004).

O suco apresenta em sua composição química, elevado teor de açúcares, como a glicose e a frutose, sendo considerado por isto um alimento energético (AQUARONE et al.,2001). No suco produzido a partir de uva madura, a concentração de açúcar varia de 150 a 250 g/L, pois é nesse período, de maturação das bagas, que uma maior concentração de açúcar é formada através de reserva da planta e sintetizada nas folhas pela ação da luz solar (POMMER, 2003).

Por ser enquadrado como bebida não fermentada e não alcoólica, o grau alcoólico do suco de uva deve ser sempre inferior a 0,5% v/v (RIZZON et al., 1998).

A acidez do suco é consequência, principalmente, da presença dos ácidos tartárico, málico e cítrico, variando em função das condições edafoclimáticas, da cultivar e dos métodos de cultivo utilizados (SANTANA et al., 2008). São estes ácidos que conferem ao suco pH baixo e excelente equilíbrio gustativo (doce/ácido) (RIZZON et al., 1998; SANTANA et al., 2008).

O pH é um fator intrínseco ao produto, sendo um dos fatores que determina o crescimento e a sobrevivência dos microrganismos durante o processamento, estocagem e distribuição (LEITTÃO, 1991).

Os compostos fenólicos encontrados na uva também compõem o suco de uva. Estes são os responsáveis diretos pela cor, adstringência e estrutura dos sucos (RIZZON et al., 1998). Este grupo de compostos, em sua maioria, apresenta potente ação antioxidante, necessária para o funcionamento das células vegetais. A ingestão destes compostos pelo ser humano está relacionada com a prevenção de diversas doenças cardíacas e de vários tipos de cânceres. Além disso, o suco de uva possui na sua constituição os vinte aminoácidos considerados essenciais para o organismo humano, sendo que em sucos brasileiros predominam a arginina e a α -alanina (RIZZON et al.; 1998).

3.Características antioxidantes do suco de uva

Grande parte das reações metabólicas do organismo humano é realizada em meio aeróbico, levando à geração de diversas espécies reativas de oxigênio (EROs), com destaque para radicais peroxila ($\text{ROO}\cdot$), alcoxila ($\text{RO}\cdot$), hidroxila ($\text{HO}\cdot$), superóxido ($\text{O}_2\cdot$) e oxigênio singlete ($^1\text{O}_2$), dentre outras. A neutralização dessas EROs é realizada pelo organismo, principalmente por meio da produção de enzimas que catalisam reações de inativação de radicais. No entanto, o aumento da geração intracelular de radicais ou a deficiência nos mecanismos antioxidantes podem desequilibrar este sistema de controle, produzindo o denominado estresse oxidativo (GALLICE et al.,2011).

Estudos recentes mostram que o estresse oxidativo esta envolvido na incidência de inúmeras doenças como câncer, arteriosclerose, reumatismo, artrite, artrose e doenças degenerativas, como Parkinson e Alzheimer, dentre outras.

Em função da comprovada relação existente entre o estresse oxidativo e o surgimento de patologias características, grande ênfase tem sido dada nos últimos anos ao consumo de alimentos que apresentem atividade antioxidante.

Sies & Stahl (1995) definem antioxidante como qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparadas às do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz.

Os antioxidantes atuam de maneiras diferentes, como na inativação dos radicais livres, na complexação de íons metálicos ou na redução dos hidroperóxidos para produtos incapazes de formar radicais livres e produtos de decomposição (SHAHID; WANASUNDARA, 1992).

Tem sido demonstrado que a ingestão de compostos que tenham atividade antioxidante é muito importante, e vários métodos químicos, biológicos e eletroquímicos têm sido propostos para avaliar este poder antioxidante (BRENNNA; PAGLIARINI, 2001).

Os derivados de uva estão entre os produtos que apresentam maior atividade antioxidante. Entre os principais compostos que lhe conferem esta propriedade estão os fenólicos, tanto do grupo dos flavonóides (como

antocianinas, flavonóis e proantocianidinas) quanto dos não flavonóides, como o resveratrol (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A atividade antioxidante está relacionada com o conteúdo de polifenóis totais e antocianinas nas cascas de uva (SOARES et al., 2008). As antocianinas são consideradas como excelentes antioxidantes por doarem hidrogênio aos radicais livres altamente reativos, prevenindo a formação de novos radicais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.1 Principais antioxidantes no suco de uva

3.1.1 Compostos fenólicos

Compostos fenólicos são substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (SHAHIDI, 1992). São amplamente distribuídas no reino vegetal e resultam do metabolismo secundário dos vegetais, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução (MELO et al., 2008).

Na natureza, atuam como mecanismo de defesa e como agentes antipatogênicos, enquanto que nos alimentos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (PORTO, 2002).

Estudos epidemiológicos têm demonstrado que esses compostos possuem efeitos anticarcinogênico, anti-inflamatório, antihepatotóxico, antiviral, antialérgico, antitrombótico e antioxidante (PORTO, 2002; DIAS, 2009).

Entre as frutas, a uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos (FRANCIS, 2000), que podem ser classificados em dois grupos em razão da similaridade de suas cadeias de átomos de carbono: não flavonóides (ácidos fenólicos e os estilbenos) e flavonóides (flavonóis, flavanóis e antocianinas) (GRANATO, 2011). Na uva, a síntese destes compostos está relacionada aos diversos estádios de desenvolvimento da fruta. No período inicial, ocorre a acumulação dos ácidos hidroxicinâmicos, precursores dos fenóis voláteis, na casca e na polpa, e dos taninos, incluindo as catequinas monoméricas, nas cascas e sementes. Nesta etapa são também sintetizados aminoácidos e compostos de aroma. O amadurecimento, que ocorre no segundo período,

caracteriza-se pelo declínio dos taninos, tanto da casca como das sementes, e elevação dos teores de açúcares, como glicose e frutose (ROCHA et al, 2008).

3.1.2 Antocianinas

São compostos fenólicos pertencentes à família dos flavonóides e diferenciam destes por absorver fortemente a luz visível; são os pigmentos que colore as flores e frutas, raízes, hastes, folhas e sementes em azul, vermelho, cor-de-rosa ou laranja e contribuem com a cor e a adstringência do suco de uvas tintas (RIZZON et al., 1998).

As antocianinas diferem entre si pelo número de grupos hidroxilas, pelo grau de metilação desses grupos presentes na aglicona e, pela natureza e número de moléculas de açúcares e de ácidos ligados a eles (MAZZA; MINATI, 1993 apud RODRIGUES, 2011). Mais de 400 antocianinas já foram identificadas, no entanto, apenas seis são comuns em frutas: malvidina, cianidina, petunidina, peonidina, delphinidina, e pelargonidina. Destas, apenas pelargonidina não faz parte do gênero *Vitis* (GIRARDELLO, 2012). Wulf e Nagel (1978) verificaram a distribuição percentual das antocianinas em uvas Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) e chegaram a conclusão que a malvidina 3-glicosídeo e derivados correspondem a aproximadamente 70% dos pigmentos presentes.

Antocianinas isoladas são altamente instáveis e muito suscetíveis à degradação. Sua resistência depende dos efeitos dos agentes de degradação devido às diferentes estruturas que estas podem apresentar. Ainda não se conhece o mecanismo exato de degradação das antocianinas, mas acredita-se que esteja relacionado à quebra de ligações covalentes por oxidação (BROUILLARD, 1982 apud CANUTO, 2011).

3.1.2.1 Fatores que afetam a estabilidade das antocianinas

Durante o processamento de alimentos vários fatores como pH, temperatura, luz e enzimas podem contribuir para a degradação das antocianinas causando alterações na cor do produto (OTT, 1992).

As variações de pH do meio causam quebra de suas moléculas em meio altamente alcalino, ocasionando a formação de chalconas, alterando a cor do produto (TERCI; ROSSI, 2002). Já em meios ácidos, as antocianinas são mais estáveis na forma predominante do cátion flavílio. Em pH em torno de 6 há predominância da anidrobases de cor violeta, e com o aumento do pH, em torno de 14, ocorre a quebra do anel pirílico convertendo a molécula de antocianina a uma molécula de chalcona de cor amarela (Figura 1).

Extratos de antocianinas são mais instáveis quando expostos a luz. Isso por que a radiação UV interage no extrato de maneira a facilitar reações como, por exemplo, copigmentação com outros compostos presentes alterando a estabilidade das antocianinas, além de favorecer a formação de produtos de degradação oxidativa das antocianinas que possuem coloração marrom.

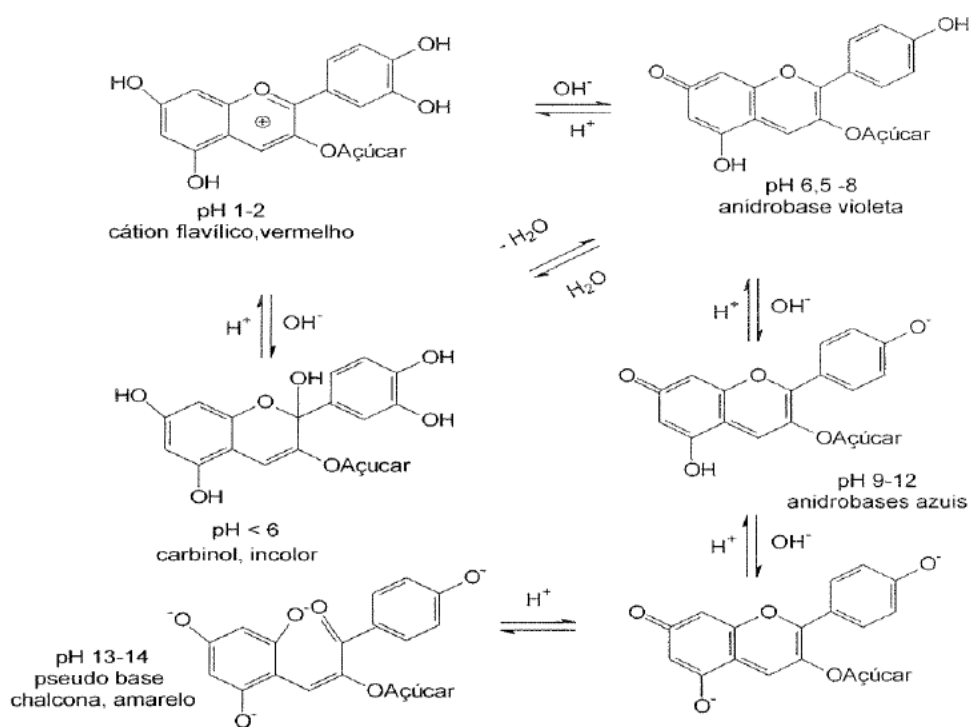


Figura 1: Mudanças na estrutura das antocianinas em função do pH do meio (TERCI; ROSSI, 2002).

De acordo com Brouillard e Dubois (1977), o mecanismo de degradação das antocianinas pelo calor ocorre provavelmente devido à abertura do anel do

cátion flavilium (AH⁺) e sua conversão à forma chalcona (C), que é incolor. Esta degradação confere a formação de produtos de coloração marrom. Normalmente, o aumento da temperatura causa um aumento logarítmico na destruição das antocianinas (MARKAKIS, 1982).

3.1.2.1.1 A temperatura como agente degradador de antocianinas

A temperatura é, sem dúvida, o fator que mais influencia a velocidade das reações químicas. Assim, quantificar seu efeito sobre a velocidade de deterioração nos alimentos é de fundamental importância. A degradação térmica pode resultar em uma grande diversidade de espécies, dependendo do tempo de aquecimento e da natureza da antocianina (CANUTO, 2011).

O efeito da temperatura na estabilidade de antocianinas em alimentos tem sido estudado por muitos pesquisadores. Diversos autores relatam a existência de uma razão logarítmica entre a degradação da antocianina e o aumento da temperatura, como no trabalho de Moraes et al. (2000) que avaliaram o efeito da temperatura sobre a decomposição da cor de antocianinas monoméricas (peonidina-3-glicosídeo e malvidina-3-glicosídeo) de cascas de uva Red Globe (*Vitis vinifera* L.) e verificaram que a degradação das antocianinas foi significativamente dependente do tempo de estocagem e da temperatura.

Falcão et al. (2003), aplicaram antocianinas extraídas da casca de uva Isabel e Cabernet Sauvignon em sistema modelo de bebida isotônica que foram mantidos no escuro e na presença de luz a 4 e 29°C. O aumento de temperatura degradou significativamente a cor dos pigmentos antociânicos. As antocianinas de uva Isabel apresentaram melhores resultados para a estabilidade do que as de uvas Cabernet Sauvignon, principalmente quando as soluções foram mantidas à 29°C. As amostras mantidas a 4°C apresentaram tempo de meia vida (horas) de 737 e 662 horas para antocianinas de uva Isabel e Cabernet Sauvignon respectivamente. Entretanto, quando estas foram mantidas a 29°C estes valores diminuíram para 330 e 159 horas. Os valores do tempo de meia vida das amostras indicaram que outros fatores além da

temperatura devem ser controlados para viabilizar a aplicação deste corante natural em bebida isotônica, tal como a presença de luz.

Bordignon-Luiz et al. (2006), avaliaram em sistema modelo de iogurte, a influência da temperatura e outros fatores na estabilidade da cor de antocianinas de uva Isabel (*Vitis labrusca*). Estes pesquisadores verificaram um tempo de meia vida de 11.459 horas para estes pigmentos. Os resultados obtidos indicaram que estes pigmentos são estáveis quando aplicados neste alimento.

As antocianinas totais apresentaram tempos de meia vida de 25,4; 9,4; 3,9 e 2,2 horas quando submetidas a 55, 70, 85 e 98 °C. Além da temperatura, a estabilidade das antocianinas é também geralmente influenciada negativamente pela luz, apresentando-se bastante instáveis quando expostas à luz visível ou raios UV (MARKAKIS, 1982).

Gradinaru et al. (2003), confirmaram uma cinética de reação de primeira ordem para a degradação térmica de antocianinas de roselle (*Hibiscus sabdariffa* L), avaliadas sem a adição de ácido clorogênico (AC), em solução aquosa, numa faixa de temperatura de 55-98 °C. As antocianinas totais apresentaram tempos de meia vida de 25,4; 9,4; 3,9 e 2,2 horas quando submetidas a 55, 70, 85 e 98 °C.

4.Alterações de qualidade de suco de uva durante o processamento

A industrialização de produtos alimentícios visa à obtenção de produtos com características nutricionais e sensoriais próximas ao produto *in natura* e que ofereçam, além de praticidade, segurança, sob o ponto de vista microbiológico, ao consumidor. Algumas transformações, como reações bioquímicas complexas, ocorrem durante o processamento e armazenamento de sucos de frutas podendo resultar em perdas na cor, sabor e características funcionais.

A tecnologia utilizada durante a elaboração do suco, especialmente no que se refere à temperatura e tempo de extração, regula a solubilidade e a intensidade de difusão das substâncias contidas na película da uva para o suco, exercendo influência marcante na composição química e na tipicidade do

produto final (RIZZON et al., 1998). A temperatura e o tempo de aquecimento podem variar dependendo do grau de maturação da uva, sendo esse aquecimento o responsável por facilitar a solubilização da pectina e de pigmentos presentes na casca e sementes da uva (PEDERSON, 1980).

O resfriamento do suco é outro ponto que merece atenção. Este deve ser feito de forma rápida para que se evite o cozimento excessivo do suco (MAIA; ALBUQUERQUE, 2000). A não realização do resfriamento do produto gera uma perda na cor e na capacidade antioxidante devido à degradação de polifenóis totais, especialmente as antocianinas.

Assim, o conhecimento das melhores condições para a elaboração dos sucos, sobretudo aquelas relacionadas com a temperatura e o tempo de exposição ao calor, são de grande relevância para a obtenção de bebidas com maior qualidade, com redução das perdas em sua qualidade durante o processo de produção.

REFERENCIAS

AQUARONE, E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W., LIMA, U.A., HASHIZUME, T. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na Produção de Alimentos**. 1ª edição. São Paulo. Editora Edgard Blücher, 2001.

BORDIGNON-LUIZ, M. T., GAUCHE, C., GRIS, E. F., FALCÃO, L. D. **Colour stability of anthocyanins from Isabel grapes (*Vitis labrusca* L.) in model systems**. LWT - Food Science and Technology, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade de vinhos e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília (Portaria 55 de 30 de julho d 2004), 2004.

_____. Ministério da Agricultura. Decreto Nº 6871, de 04 de junho de 2009, Publicado no Diário Oficial da União de 05/06/2009 , Seção 1 ,Página 20. 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://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20271>. Acesso em: 10 de dezembro de 2014

BRENNA, O. V; PAGLIARINI, E. **Multivariate analysis of antioxidant power and polyphenolic composition in red wine**. Journal of Agriculture and Food Chemistry. v. 49, n. 10, p. 4841-4844, 2001.

BROUILLARD, R.; DUBOIS, J. E. **Mechanism of the structural transformations of anthocyanins in aqueous media**. Journal of American Chemistry Society, v. 99, p. 1359-1363, 1977.

CANUTO, G.A.B. **Caracterização, quantificação e estudo da relação retenção-propriedade antioxidante (QRPR) de antocianinas em extratos de morango (Fragaria vesca) por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade De São Paulo. Instituto De Química. São Paulo, 2011.

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

DIAS, J. F. **Determinação dos conteúdos de resveratrol em vinhos tintos de duas regiões brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Univerdidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro- RJ, 2009.

FALCÃO, L.D; BARROS, D.M.; GAUCHE, C.; LUIZ M.T.B. **Copigmentação intra e intremolecular de antocianinas: uma revisão**. CEPPA, 21: 351-366, 2003.

GALLICE, W.C.; MESSERSCHMIDT, I.; PERALTA-ZAMORA, P. **Caracterização espectroscópica multivariada do potencial antioxidante de vinhos.** Quim. Nova, Vol. 34, No. 3, 397-403, 2011.

GIRARDELLO, R.C. **Evolução Dos Compostos Fenólicos Durante a Maceração Do Mosto De Uvas Malbec E Syrah Submetidas a Diferentes Processos.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2012.

GRANATO, D. **Associação entre atividade antioxidante in vitro e características químicas, sensoriais, chromatics e comerciais de vinhos tintos Sul Americanos.** Tese (Doutorado em Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2011.

LEITTÃO, M.F.F. **Microbiologia de sucos, polpas e produtos ácidos.** Manual Técnico, Campinas, n.8,p.32-52, 1991.

MAIA, G.A.; ALBUQUERQUE, C.A. **Curso de Processamento de Sucos e Polpas de Frutas Tropicais.** Associação das indústrias processadoras de frutos tropicais. ASTN. Fortaleza, 2000.

MARKAKIS, P. **Introduction In Anthocyanin in fruits, vegetables, and grain** (pp. 1.28) Boca Roton,FL:CRC Press, 1982.

OTT, H. **Zu den katholischen Wurzeln im Denken Martin Heideggers.** In: Jamme, Christoph; Harries, Karsten (orgs.) Martin Heidegger: Kunst-Politik-Technik. München: Wilhelm Fink Verlag, 2002.

PEDERSON, C.S.. **Grape juice.** In: NIELSON, P.E.; TRESSELER, D.K. (Ed.) Fruit and vegetable juice processing technology. 3 ed. Westport: AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, 1980.

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

PORTO, A. L. da S.. **Estudo da Atividade Antioxidante de Catequinas e Procianidinas Oligoméricas.** Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)- Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal, 2002.

RIZZON , L. A., MANFROI, V., MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vinícola.** Bento Gonçalves. EMBRAPA, n. 22, 1998.

ROCHA, A.; GUERRA , H.; BARBOSA, N.. **Polifenóis em vinhos tintos: fatores envolvidos, propriedades funcionais e biodisponibilidade.** Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, v. 9, n. 2, p. 93-105, 2008.

RODRIGUES, S.A. **Estabilidade de Antocianinas, Fenóis Totais e Capacidade Antioxidante em Topping de Mirtilo.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2011.

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

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, P.K. **Phenolic antioxidants.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 32, n. 1, p. 67- 103, 1992.

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

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 059-064. 2008.

WULF, L. W., NAGEL, C. W. **High-pressure liquid chromatographic separation of anthocyanins of vitis vinifera.** American Journal Enology Viticulture, v. 29, n. 1, p. 42-49, 1978.

CAPÍTULO II
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SUCOS DE UVA ELABORADOS
POR DIFERENTES TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO

RESUMO

Neste trabalho, foram avaliados sucos de uva elaborados pelos métodos de arraste a vapor e enzimático, bastante utilizados por pequenos agricultores e grandes empresas, respectivamente. Determinou-se densidade, sólidos solúveis totais, acidez total, acidez volátil, pH, extrato seco, álcool, dióxido de enxofre livre e total, índices de cor, intensidade e tonalidade de cor, índice de polifenóis totais e antocianinas. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com três repetições. Os resultados obtidos indicaram grandes variações entre as amostras nas análises realizadas ($p < 0,05$), no entanto todas as amostras apresentaram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira em vigor. Os sucos estudados apresentaram elevados valores de pH, sendo 3,77 (método enzimático) e 3,89 (arraste a vapor). Os valores médios de sólidos solúveis (SS) variaram significativamente entre os métodos de elaboração, sendo encontrados 19,17 e 15,17 °Brix para os métodos enzimático e por arraste a vapor, respectivamente. Essa diferença, possivelmente ocorreu devido ao tipo de equipamento utilizado na elaboração, já que a panela extratora, utilizada no método de arraste a vapor, causa no suco uma diluição decorrente da condensação do vapor d'água. Os teores de dióxido de enxofre livre e total diferiram estatisticamente, sendo que para o primeiro, foram encontrados, 20,22 mg/L (método enzimático) e 36,14 mg/L (método por arraste a vapor). Já para o total, os valores detectados foram de 25,09 mg/L para o método enzimático e 65,79 mg/L para o método de arraste a vapor. Os valores encontrados são considerados baixos e podem ser atribuídos à baixa dosagem aplicada no momento do engarrafamento, para otimizar a conservação do produto. O suco elaborado pelo método enzimático apresentou os maiores níveis de antocianinas (863,30 mg/L), quase 30% acima do encontrado no suco elaborado pelo método por arraste a vapor (675,12 mg/L). Este valor demonstra a influencia do processamento na aparência do produto.

Palavras-chave: suco de uva, composição físico-química, método de elaboração.

1 INTRODUÇÃO

A elaboração do suco de uva no Brasil vem aumentando nos últimos anos. Os benefícios encontrados, tanto nas uvas como no suco, têm feito com que o consumidor brasileiro aumente o consumo desta bebida. Com o aumento da procura, surge a necessidade de aperfeiçoamento nas técnicas de elaboração, a fim de se oferecer uma bebida com melhor qualidade, essencial para se obter a preferência do consumidor.

O suco de uva é elaborado, tanto por empresas que apresentam uma estrutura moderna e com alta tecnologia, como por agroindústrias de pequeno porte, com pouca tecnologia. Nestes casos os principais métodos de extração utilizados são a extração enzimática e a extração por arraste a vapor, respectivamente (RIZZON et al., 1998).

A extração de suco pelo método enzimático consiste na adição de enzimas pécicas, cuja função é degradar a pectina permitindo que mais suco seja extraído por tonelada de fruta. Embora a uva contenha, naturalmente, enzimas com atividade pectinolítica, geralmente essas enzimas não estão em quantidades suficientes para realizarem esse processo, apresentando ações muito variáveis, além de serem inibidas pelo calor gerado no aquecimento da uva. Por este motivo, é recomendável a utilização de enzimas produzidas industrialmente no processo de elaboração de suco de uva, para facilitar a extração e a clarificação do suco (RIZZON; ANTENOR, 2007).

A utilização dessas enzimas é realizada, em sua maioria, por grandes empresas, devido, principalmente, ao alto custo apresentado, sendo a dose de enzima utilizada dependente do teor de pectina da uva, da acidez e da temperatura do mosto. Entretanto, a quantidade aplicada varia em torno de 2 a 4 g/100 L de mosto em um tempo de contato de 1 a 2 horas.

Dentre os objetivos na utilização de enzimas pectinolíticas destacam-se: redução da viscosidade do suco que inicialmente aumenta por ação da protopectina solubilizada, devolvendo assim a viscosidade inicial; destruição da estrutura gelatinosa na capa intermediária dos frutos, por quebra da pectina não dissolvida, facilitando a liberação do suco e, conseqüentemente, aumentando o rendimento da extração e reduzindo o tempo de processamento;

liberação da estrutura das células, por maceração, das substâncias que influenciam na qualidade (cor, aroma, etc.) sem alterar a consistência da fruta pronta para a extração (BRASIL et al, 1996).

O uso do método de extração por arraste a vapor é muito difundido nas propriedades rurais representando uma alternativa ao pequeno agricultor, pois é realizado utilizando-se um equipamento simples e de baixo custo – a panela extratora. Este método se popularizou entre pequenos agricultores que começaram a transformar sua produção, com o objetivo de agregar valor à matéria-prima e aumentar a renda familiar.

O método de arraste a vapor é derivado do método de Welch, o primeiro método em que o calor foi utilizado para a extração do suco, desenvolvido por Thomas Welch que, ao cozinhar uvas da cultivar Concord, utilizou sacos de pano para extrair o suco e em seguida engarrafou-o e pasteurizou-o para aumentar o tempo de conservação (MARZAROTTO, 2010).

A panela extratora é composta por um depósito de água, que é aquecido para geração do vapor, sobre o qual é colocado um recipiente com abertura cônica no centro para passagem do vapor e uma abertura lateral para escoamento do suco. Acima desse conjunto é sobreposto um recipiente perfurado onde as uvas são colocadas. O rendimento neste processo fica entre 50 e 60% (RIZZON et al., 1997).

A composição físico-química sofre alterações que variam com o método empregado na elaboração do suco, podendo gerar bebidas com maior ou menor qualidade, em função das condições utilizadas no processamento.

Neste contexto, o presente trabalho buscou determinar os parâmetros físico-químicos de sucos de uva elaborados pelo método enzimático e por arraste a vapor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das amostras

As amostras de suco de uva integral elaboradas pelo método enzimático, utilizadas para realização do experimento, foram gentilmente

cedidas pela Cooperativa Agrícola Nova Aliança (COANA), localizada em Petrolina-PE, logo após o processo de engarrafamento e mantidas refrigeradas a 5°C até o momento das análises. Também foram cedidas, pela mesma empresa, as uvas utilizadas para elaboração do suco de uva integral pelo processo de extração por meio de arraste a vapor utilizando panela extratora realizado no Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido.

2.2 Elaboração do suco de uva pelo método enzimático

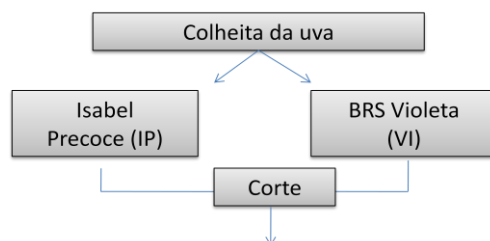
O método de elaboração utilizado pela empresa é o tratamento enzimático por aquecimento.

Inicialmente as uvas foram colhidas, desengaçadas e submetidas ao aquecimento, em temperaturas que variaram de 65 a 90 °C, durante aproximadamente 2 horas sob a ação de enzimas pectinolíticas.

Em seguida, o suco de uva foi pasteurizado a fim de se evitar contaminação microbiológica, pois o elevado teor de açúcar e oxigênio oferecem condições especiais para o desenvolvimento de microrganismos que causam deterioração no suco.

Após a pasteurização, o produto seguiu para o engarrafamento a quente em garrafas de vidro previamente esterilizadas. Em seguida, foram resfriados em um tanque com água corrente durante 7 segundos e então armazenados a 5 °C até o momento das análises.

Na Figura 2, está apresentado o fluxograma com etapas tradicionalmente empregadas no processo de elaboração do suco de uva utilizando-se o método enzimático.



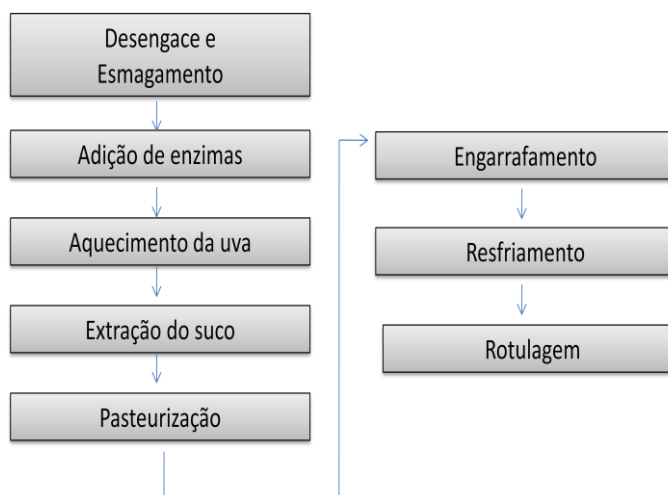


Figura 2: Fluxograma de elaboração de suco de uva pelo método enzimático.

2.3 Elaboração do suco de uva pelo método de extração a vapor

A elaboração do suco teve início com a realização do desengace manual das uvas, que em seguida foram encaminhadas para a realização da extração do suco pelo método de extração a vapor com a utilização da panela extratora, com capacidade para 20 kg de uva.

Adicionou-se um volume de água potável à caldeira do extrator e, após a fervura, as uvas, já desengaçadas e proporcionalmente iguais em peso às utilizadas para a elaboração dos sucos pelo processo enzimático, foram colocadas no recipiente perfurado, o qual foi encaixado no recipiente externo da panela extratora, sendo este conjunto, colocado sobre o depósito de água com tampa na parte superior.

Depois de finalizado o tempo de extração, o suco foi engarrafado a quente em garrafas de 500 mL, e em seguida, foram resfriadas em um recipiente contendo água gelada. Posteriormente, as garrafas foram etiquetadas e armazenadas a 5°C até o momento das análises.

A Figura 3 apresenta o fluxograma das etapas de processamento de suco de uva pelo método de extração a vapor.

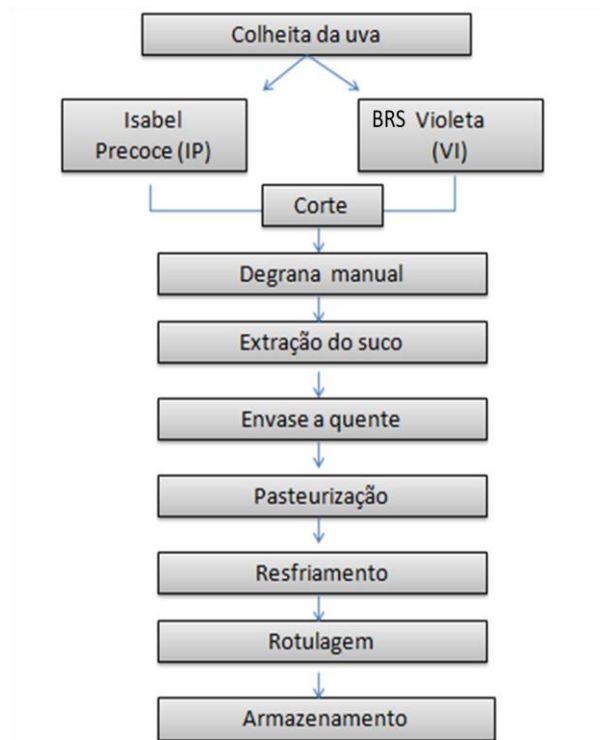


Figura 3: Fluxograma da elaboração do suco por arraste a vapor

2.4 Análises físico-químicas

2.4.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) foi medido utilizando-se pHmetro previamente calibrado com tampões nos pHs 4,0 e 7,0. A análise foi realizada imergindo o eletrodo em um béquer contendo a amostra de suco de uva.

2.4.2 Sólidos Solúveis (SS)

A determinação do teor de sólidos solúveis (° Brix) foi feita em refratômetro de bancada (Marca Biobrix), de acordo com a metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL, 2008).

Foram transferidas 3 a 4 gotas de amostra para o prisma do refratômetro e em seguida, foi realizada a leitura diretamente na escala em °Brix.

2.4.3 Densidade

A densidade dos sucos foi determinada através da leitura com densímetro, utilizando-se balança hidrostática (Gibertini ®), com temperatura entre 19° e 22°C que automaticamente realiza a leitura (OIV, 1990).

2.4.4 Extrato seco

A determinação do extrato seco foi realizada pela diferença da leitura da amostra pura em relação a amostra desalcoholizada por meio de arraste a vapor (OIV, 1990).

Para isso, utilizou-se do Módulo de Leitura AlcoMat-2 da Balança Hidrostática Densi-Mat, que determina o valor do extrato seco total de vinhos, sucos ou mostos com a densidade entre 0,990 e 1,160, a uma temperatura entre 19 e 22°C.

2.4.5 Teor alcoólico

O teor alcoólico dos sucos de uva foi determinado pelo método de destilação através de arraste a vapor, que se baseia na diferença da densidade da água e do álcool (De ÁVILLA, 2002). Para isso, utilizou-se o destilador Super DEE (Gibertini ®). Para a destilação, alíquota de 100 mL do suco foi transferida quantitativamente para a ampola de destilação do equipamento, adicionando-se em seguida, 10 mL de óxido de cálcio e três gotas de antiespumante. Um balão volumétrico receptor de 100 mL, com uma pequena lâmina de água foi posicionado junto ao equipamento, de forma a recolher o destilado. Após destilação de 80 mL, seu volume foi ajustado para 100 mL com água destilada. Após o conteúdo atingir a temperatura de 20°C, procedeu-se a quantificação do teor alcoólico em balança hidrostática (Gibertini ®) e o resultado foi expresso em °GL (OIV, 1990).

2.4.6 Acidez volátil

Para realização desta análise, 20 mL da amostra do suco foram adicionados ao balão de destilação do Destilador Eletrônico Enoquímico (Gibertini ®) (OIV, 1990). O destilado recolhido foi titulado com hidróxido de sódio a 0,1 N, utilizando-se fenolftaleína como indicador. O ponto de viragem foi determinado pelo aparecimento da coloração rósea clara na amostra. Após anotação do volume gasto, foram adicionados, uma gota de HCl 1:4 para neutralizar o conteúdo e 2 mL de amido a 1%, com posterior titulação utilizando-se solução de iodo a 0,02 N, até a coloração azul. O volume gasto foi anotado e, após adição de 10 mL de bórax (Tetraborato de Sódio) (qual concentração?), procedeu-se nova titulação, novamente com solução de iodo a 0,02 N até a cor azul, anotando-se o volume gasto. Desta forma, a determinação acidez volátil, em g.L⁻¹, foi obtida pela seguinte fórmula:

$$\text{Ac. Volátil (g.L}^{-1}\text{)} = \{ [10 \times ((n_1 - (n_2 \times 0,1) - (n_3 \times 0,05)))] \times 0,064 \}$$

onde: n₁= volume em mL de solução de NaOH gasto na primeira titulação; n₂=volume em mL de solução de iodo gasto na segunda titulação; n₃= volume em mL de solução de iodo gasto na terceira titulação; 0,064= equivalente grama do ácido acético.

2.4.7 Acidez total

A acidez total dos sucos foi determinada segundo a metodologia da OIV (1990). A amostra foi preparada utilizando uma alíquota de 5 mL de suco colocada em erlenmeyer completando-se o volume para 50 mL com água destilada. O conteúdo foi titulado com solução de NaOH a 0,1N, utilizando-se um pHmetro (marca TECNAL®) até pH= 8,2. A acidez total, expressa com ácido tartárico, foi calculada utilizando-se a equação:

$$\text{Acidez total (g.L}^{-1}\text{ ac.tartárico)} = [(n \cdot f \cdot M \cdot 1000) / 25] \cdot 0,075$$

onde:

n = volume em mL de solução de NaOH gasto na titulação; f = fator de correção da solução de NaOH; M = molaridade da solução de NaOH; V = volume da amostra em mL; 0,075 = equivalente grama do ácido tartárico.

2.4.8 Dióxido de enxofre livre e total

O dióxido de enxofre (SO₂) presente na amostra foi determinado pelo método titulométrico de *Ripper*, que se baseia na titulação do suco com uma solução padronizada de iodo, em meio ácido e utilizando solução de amido como indicador (OIV, 1990).

O teor de SO₂ total da amostra foi determinado adicionando-se a um erlenmeyer de 250 mL, uma alíquota de 25 mL da amostra e 12,5 mL de hidróxido de sódio a 1N. Após repouso por 15 minutos, foram adicionados 5 mL de ácido sulfúrico 1:3 e 2 mL de solução de amido 1%, com posterior titulação, utilizando-se solução de iodo a 0,02N, até coloração azul do meio.

A determinação do SO₂ livre foi realizada adicionando-se a erlenmeyer de 250 mL, 25 mL de amostra; 2,5 mL de ácido sulfúrico 1:3 e 2 mL de solução de amido 1%. O conteúdo foi titulado com solução de iodo a 0,02N até coloração azul.

Para os cálculos das concentrações de dióxido de enxofre total e livre (mg.L⁻¹) nas amostras, foi utilizada a equação abaixo, alterando-se apenas o volume gasto da solução de iodo para cada determinação:

$$\text{SO}_2 \text{ livre ou total (mg.L}^{-1}\text{)} = (V \cdot N \cdot f \cdot 32 \cdot 1000) / v$$

onde:

V= volume em mL de solução de iodo gasto na titulação; N= normalidade da solução de iodo (0,02N); f= fator de correção da solução de iodo; v= volume de amostra utilizado.

2.5 Análises espectrofotométricas

2.5.1 Índice de polifenóis totais – IPT

O método é baseado na capacidade de absorção de radiação ultravioleta (UV) a 280 nm pelos anéis aromáticos, cuja concentração obedece à lei de Lambert-Beer (HARBERTSON & SPAYD, 2006).

Para esta determinação, alíquota de 1 ml da amostra do suco foi transferida para um balão volumétrico de 100 ml, completando-se o volume com água destilada. Após homogeneização, procedeu-se a leitura em espectrofotômetro a 280 nm usando a cubeta de quartzo com 10 mm de caminho óptico. A equação utilizada para o cálculo do índice de polifenóis totais foi:

$$\text{IPT} = \text{absorbância a 280 nm} * f$$

onde:

f= fator de diluição da amostra

2.5.2 Antocianinas totais

A determinação das antocianinas totais foi realizada através o método espectrofotométrico de diferencial de pH, pela transformação na estrutura cromófora das antocianinas em meio ácido (OIV, 1990; GIOVANELLI & BURATTI, 2009).

Para um tubo de ensaio, foram transferidos 1 mL da amostra de suco, 1 mL de etanol com 0,1% de ácido clorídrico e 10 mL de solução de ácido clorídrico a 2%. Para um segundo tubo, foram adicionados 1 mL de suco, 1 mL de etanol com 1% de ácido clorídrico e 10 mL de solução tampão de pH 3,5. Após homogeneização, foram realizadas as leituras de absorbância dos dois conteúdos a 520 nm em cubetas de quartzo de 10 mm de percurso ótico, utilizando-se água destilada como branco. A concentração de antocianinas livres, expressa em mg.L^{-1} de malvidina, foi obtida pela seguinte equação:

$$\text{Antocianinas (mg.L}^{-1}\text{)} = 388 * \Delta d$$

onde:

388 = fator de linearidade e Δd = diferença de leitura entre os dois tubos.

2.5.3 Determinação das cores, intensidade corante e tonalidade

Foram realizadas leituras espectrofotométricas das amostras nas absorvâncias de 420, 520 e 620 nm. A intensidade da cor (IC) foi obtida realizando-se a soma das três absorvâncias. Já a tonalidade foi expressa pela razão entre as absorvâncias a 420 e 520 nm.

2.6 Análise estatística

Os dados das características físico-químicas e espectrofotométricas dos sucos foram analisados estatisticamente através da análise de variância, com aplicação do teste F, utilizando-se o software SAS, versão 9.2 (CARY, NC).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-químicas

A medida de pH é importante para as determinações de deterioração de um alimento, como o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, estabilidade de corantes artificiais, retenção de sabor e odor em produtos derivados de frutas e verificação de estado de maturação de frutas (CECCHI, 2003).

Para este estudo, observou-se que o método de elaboração não influenciou de forma significativa o pH dos sucos (Tabela 1), sendo os valores encontrados iguais a 3,77 e 3,89 para os sucos elaborados pelo método enzimático e por arraste a vapor, respectivamente. Estes valores são superiores aos citados por Borges et al. (2011), que encontraram pH 3,30 para o suco de uva em corte das cultivares Isabel e BRS Violeta elaborados pelo método de arraste a vapor. Natividade et al. (2010), estudando o suco de uva obtido da variedade Isabel Precoce cultivada na região de Jales –SP e elaborados pelo método de arraste a vapor, obtiveram valor de pH 3,31.

Elevados valores de pH obtidos nos sucos estudados no presente trabalho podem ser atribuídos à alta concentração de minerais, especialmente o potássio, presentes nas variedades de uva utilizadas para a elaboração dos

sucos, sendo estes minerais provenientes, principalmente, das sucessivas adubações do solo ou mesmo da alta concentração de potássio presente nos solos da região do Vale do São Francisco.

Os valores médios de sólidos solúveis (SS) variaram significativamente entre os métodos de elaboração. O suco elaborado pelo método enzimático obteve maior teor de sólidos solúveis (19,17°Brix) quando comparado com o suco elaborado pelo método de extração a vapor (15,17°Brix). Essa diferença possivelmente aconteceu devido ao tipo de equipamento utilizado na elaboração, já que a panela extratora, utilizada no método de arraste a vapor, causa no suco uma diluição decorrente da condensação do vapor d'água.

Borges et al (2011), ao estudarem as características físico-químicas de sucos elaborados com as mesmas variedades (Isabel Precoce em corte com BRS Violeta), encontraram médias de 15 °Brix. Resultado semelhante, 14,87 °Brix, foi encontrado por Dambrós et al (2012), ao estudarem sucos de uva elaborados com a cultivar Isabel.

Os teores de sólidos solúveis totais obtidos neste estudo estão de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2004), que sugere valor mínimo de 14 °Brix. Os sólidos solúveis são usados como índice de maturidade para alguns frutos e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco, em sua maioria, açúcares (CHAVES *et al.*, 2004).

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos de suco de uva produzido pelos métodos enzimático e por arraste a vapor.

Parâmetros	Método de elaboração	
	Enzimático	Arraste a vapor
pH	3,77 ± 0.28 ^{ns}	3,89 ± 0.01 ^{ns}
Sólidos Solúveis (°Brix)	19,17 ± 0.07 *	15,17 ± 0.07 *
Acidez Volátil ((g.L ⁻¹) ác.acético)	0,11 ± 0.00 ^{ns}	0,17 ± 0.06 ^{ns}
Acidez Total (g/100 g ác. tartárico)	0,69 ± 0.21 ^{ns}	0,65 ± 0.11 ^{ns}
Relação SS/AT	27,76 ± 0.96 *	23,22 ± 0.49 *
Densidade relativa a 20 °C	1.0779 ± 0.00 ^{ns}	1.0623 ± 0.00 ^{ns}
Extrato seco (g.L ⁻¹)	20.495 ± 0.18 ^{ns}	16.28 ± 0.04 ^{ns}
SO ₂ livre (mg.L ⁻¹)	20,22 ± 0.36 *	38,14 ± 0.36 *
SO ₂ Total (mg.L ⁻¹)	25,09 ± 0.72 *	65,79 ± 0.72 *
Teor alcoólico (%v/v)	0,22 ± 0,00 ^{ns}	0,25 ± 0,00 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os valores de acidez volátil encontrados para os sucos elaborados pelo método enzimático (0,11 g.L⁻¹ de ácido acético) e por arraste a vapor (0,17 g.L⁻¹ de ácido acético) não diferiram estatisticamente. Além disso, a acidez volátil mostrou-se abaixo do limite exigido pela legislação, de 0,5 g.L⁻¹ de ácido acético, demonstrando que não ocorreram fermentações indesejáveis.

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003). Nos sucos de uva, os ácidos tartárico e málico representam mais de 90 % da acidez total do mosto (RIZZON & LINK, 2006). Além destes, encontram-se também os ácidos cítricos, ascórbico, fosfórico e outros em menor quantidade (GIOVANNINI, 2008). Não foi observada diferença significativa nos teores de acidez titulável (AT), entre os sucos elaborados pelo método enzimático (0,69 g/100g de ácido tartárico) e por arraste a vapor (0,65 g/100 g de ácido tartárico), estando dentro dos valores determinados pela legislação brasileira, que prevê teores entre 0,41 e 0,90 g de ac. tartárico. 100 g⁻¹ (BRASIL, 2004).

Natividade et al. (2010) obtiveram um valor mais elevado, 0,94 % de ac. tartárico, em suco de uva integral da variedade Isabel Precoce. Segundo Rizzon e Link (2006), a acidez varia devido às características varietais, pois em seu estudo com suco de uva de diferentes cultivares elaborados pelo método de extração a vapor, estes autores obtiveram valores mais elevados de acidez para as cultivares Isabel (1,04 %) e Cabernet Sauvignon (1,1 %) e valores mais baixos para as cultivares Bôrdô (0,89 %) e Concord (0,80 %).

A relação SS/AT é considerada um indicativo de qualidade de suco de uva, pois representa o equilíbrio entre os gostos doce e ácido do suco (Rizzon; Link, 2006).

Para este parâmetro, a legislação brasileira recomenda que os valores estejam entre 15 e 45 (BRASIL, 2004), sendo que valores situados fora desta faixa podem descaracterizar o sabor do suco. Os valores encontrados se enquadram dentro desses com valores de 27,76 e 23,22 para os tratamentos enzimático e por arraste a vapor, respectivamente. Certamente, o suco de uva elaborado por arraste a vapor apresenta características sensoriais mais ácidas quando comparado com o suco elaborado pelo método enzimático.

Segundo a Portaria nº 55, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 27 de julho de 2004, a densidade do suco de uva deve ser no mínimo, de $1,057 \text{ g/cm}^{-3}$ (BRASIL, 2004). Também para este parâmetro, os sucos se mostraram dentro das exigências, com valores de densidade de 1,0779 e 1,0623 para os métodos enzimático e por arraste a vapor, respectivamente.

Quanto ao extrato seco, os sucos elaborados pelos métodos enzimático e por arraste a vapor diferiram estatisticamente, com médias de 20,50 e 16,28 g. L^{-1} , respectivamente. O extrato seco é um parâmetro importante de ser determinado, pois corresponde ao peso do resíduo seco obtido após a evaporação dos compostos voláteis presentes no suco.

A adição de SO_2 em sucos de uva não é uma prática divulgada pelas empresas do ramo, no entanto a legislação brasileira não proíbe o uso desses produtos, exigindo apenas que a quantidade máxima de dióxido de enxofre total, que é a soma da forma livre com a combinada, não ultrapasse 400 mg.L^{-1} . A ação do SO_2 livre é fundamental, uma vez que o mosto de uvas oferece enorme potencial de oxidação devido às diversas atividades enzimáticas, além de fornecer estabilidade durante o processo de fermentação, pois elimina as bactérias acetobacter, responsável pela formação do vinagre (LOGALDI, 2012).

Os teores de SO_2 livre diferiram estatisticamente, sendo de $20,22 \text{ mg. L}^{-1}$ (método enzimático) e $36,14 \text{ mg. L}^{-1}$ (método por arraste a vapor). Para o SO_2 total os valores também diferiram estatisticamente, encontrando-se $25,09 \text{ mg. L}^{-1}$ para o método enzimático e $65,79 \text{ mg. L}^{-1}$ para o método de arraste a vapor. Os valores encontrados são considerados baixos e podem ser atribuídos à baixa dosagem aplicada no momento do engarrafamento.

O teor alcoólico encontrado no suco elaborado pelo método enzimático de 0,22 %v/v e do arraste a vapor de 0,25 %v/v, estão dentro do permitido pela legislação brasileira, que admite valor de até 0,5 %v/v para sucos de uva.

3.2 Análises Espectrofotométricas

As variáveis relacionadas com a cor do suco de uva correspondem à medida da radiação da energia luminosa percebida pela visão. A intensidade

da cor é a soma das densidades óticas, medidos a um comprimento de onda de 420 nm, 520 nm e 620 nm, em que o comprimento de onda de 420 nm nos indica a maior quantidade de tanino; polimerização dos taninos, e a combinação dos taninos com as antocianinas. O comprimento de onda de 520 nm indica a tendência à cor vermelha e maiores quantidades de antocianinas e o comprimento de onda de 620 nm, indica a tendência à cor violeta-azul, produto das condensações entre catequinas e antocianinas (GLORIES, 1984).

Observou-se, para o parâmetro intensidade de cor, diferenças significativas entre os sucos elaborados por diferentes métodos (Tabela 2), sendo o maior valor apresentado pelo suco elaborado pelo método enzimático (7,90). Este resultado evidencia claramente a influência do método de extração empregado, pois o vapor de água gerado pela panela extratora utilizada no método de arraste a vapor é incorporado ao suco no momento da extração da uva, influenciando na coloração do suco obtido, levando à redução da intensidade de cor.

Com relação à tonalidade, o tratamento por extração enzimática apresentou valores inferiores, o que significa dizer que o valor encontrado para a absorbância a 520 nm, que mede a cor vermelha, é maior que a 420 nm, que mede a cor amarela. Isto pode estar relacionado à maior solubilidade das antocianinas em relação aos taninos.

As antocianinas são substâncias reconhecidas como pigmentos naturais que conferem coloração arroxeada às uvas (NATIVIDADE, 2010). Observa-se, nesta análise, que os sucos apresentaram diferença significativa em função do método de elaboração utilizado, sendo que o suco elaborado pelo método enzimático apresentou os maiores níveis de antocianina ($863,30 \text{ mg.L}^{-1}$), enquanto que o elaborado pelo método por arraste a vapor foram encontrados $675,12 \text{ mg.L}^{-1}$. Essa diferença pode ser explicada por diferenças no processamento, principalmente no tipo e tempo de extração e tratamento térmico, já que a antocianina é um pigmento muito instável e pode ser degradada pelo aquecimento durante o processamento, sendo que, outros fatores como o pH do produto, luz e oxigênio, também, afetam sua estabilidade (ESKIN, 1990; LADEROZA; DRAETTA, 1991).

Tabela 2: Parâmetros espectrofotométricos de suco de uva produzido pelo método enzimático e por arraste a vapor.

Parâmetros	Método de elaboração	
	Enzimático	Arraste a vapor
Índice de cor 420nm	3,40 ± 0.00 *	2,82 ± 0.01 *
Índice de cor 520nm	3,45 ± 0.00*	2,72 ± 0.00*
Índice de cor 620nm	1,05 ± 0.00*	0,81 ± 0.00*
Intensidade	7,90 ± 0.01*	6.36 ± 0.02*
Tonalidade	0.99 ± 0.00*	1.03 ± 0.00*
Antocianinas Totais (mg.L ⁻¹)	863.3 ± 2.74*	675.12 ± 10.97*
Índice de Polifenóis Totais (I280nm)	65 ± 0.00*	67,2 ± 2.12*

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} não diferirem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para o índice de polifenóis totais (IPT) mostram que os tratamentos diferiram estatisticamente, com valores de 65,0 e 67,2 para os métodos enzimático e por arraste a vapor, respectivamente. Esses valores estão próximos ao encontrado por Cristofoli (2007), que estudando suco de uva elaborado por arraste a vapor, encontrou valores médios de polifenóis de 64,1 para sucos da cultivar Concord.

Na maior parte dos trabalhos científicos a análise de polifenóis totais é expressa pelo Índice Follin-Ciocalteau, que de acordo com Togores (2003) pode ser comparado com o Índice 280 utilizando o fator de multiplicação 20. Fazendo a conversão encontram-se os seguintes resultados para o presente trabalho: enzimático (3,25 g/L) e arraste a vapor (3,36 g/L). Poli *et al.* (2006) analisaram suco de uva integral elaborado com várias cultivares verificaram maiores valores de polifenóis totais (5,7 g/L) com a cultivar BRS Violeta.

4.CONCLUSÕES

A incorporação de vapor de água ao suco durante o processo de extração por arraste a vapor contribuiu para a diluição de alguns compostos no produto final, quando comparados ao método enzimático, como os sólidos solúveis e as antocianinas.

A utilização de enzimas capazes de extrair pigmentos levou à elevação nos índices que medem a intensidade de coloração, o que aumenta a aceitação do produto pelos consumidores.

De maneira geral, os resultados mostraram que a utilização do método enzimático levou à produção de sucos com maior preservação dos compostos presentes nas uvas.

REFERENCIAS

ALBARICI, T.R.; VALETA, A. C.; PESSOA, J.D.C. **Efeito da Temperatura nas Antocianinas do Açaí**. Comunicado Técnico n. 86. São Carlos –SP. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade de vinhos e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília (Portaria 55 de 30 de julho d 2004), 2004.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CRISTOFOLI, B. **Influência do tempo de extração na composição e na razão isotópica $^{18}O/^{16}O$ da água do suco de uva elaborado pelo método de arraste de vapor**. 41f. Monografia (Curso superior de Tecnologia em viticultura e enologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, CEFET, Bento Gonçalves, 2007.

ESKIN, M. N. A. Biochemical changes in raw foods: fruits and vegetables. In: _____. **Biochemistry of food**. 2. ed. San Diego: Academic, part 1, p. 69-145, 1990

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. 3.ed. Porto Alegre: Renascença, 366 p, 2008.

GLORIES, Y. **La couleur des vins rouges. 1ª partie: Les equilibres des anthocyanes et des tanins.** Connaiss. Vigne Vin. France, v.18, n.4, p.195-217, 1984

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz; **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos.** 4ª edição, 1ª edição digital. I.A.L., São Paulo, 1020 p, 2008.

KECHINSKI et al. (2008), **Cinética de degradação da antocianina em suco de mirtilo durante o tratamento térmico.** Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (7. : 2008 out. 21-23 : Porto Alegre, RS). [Anais] [recurso eletrônico]. Porto Alegre, RS UFRGS/PPGEQ, 2008.

LADEROZA, M.; DRAETTA, I. S. **Enzimas e pigmentos: influências e alterações durante o processamento.** In: SOLER, M. P.; BLEINROTH, E. W.; LADEROZA, M. Industrialização de frutas. 3. ed. Campinas: ITAL, 1991. cap. 2, p. 17-30. (Manual técnico, 8).

LOGALDI, A. As funções do anidrido sulfuroso. Disponível em: <http://confrariadosagustc.files.wordpress.com/2010/03/as-funcoes-do-anidrido-sulfuroso.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2013.

MARZAROTTO, V. Suco de Uva. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Não Alcoólicas.** São Paulo: Edgard Blucher, 2010. p. 359-385.

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.** XIX Congresso de pós-graduação da UFLA. 2010.

POLI, J. S. et al., **Teores de polifenóis, antocianinas, capacidade antioxidante e intensidade de cor em diferentes cultivares e seleções de**

uva para suco. In: 4º Encontro de Iniciação Científica da Embrapa Uva e Vinho: Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, p.23, 2006.

RIZZON , L. A., MANFROI, V., MENEGUZZO, J. **Elaboração de suco de uva na propriedade vinícola.** Bento Gonçalves. EMBRAPA, n. 22, 1998.

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

TOGORES, J. H. Tratado de Enologia. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003.
p. 880-890

CAPÍTULO III

EFEITO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE AQUECIMENTO SOBRE OS COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTOCIANINAS EM SUCOS DE UVA ELABORADOS PELOS MÉTODOS ENZIMÁTICO E POR ARRASTE A VAPOR

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo, avaliar o efeito de diferentes temperaturas e tempos de aquecimento utilizados na elaboração de sucos de uvas pelos processos enzimático e por arraste a vapor em seu conteúdo de compostos fenólicos, composição fenólica e de antocianinas. Foram avaliados os teores de polifenóis totais e de antocianinas em amostras dos dois tipos de suco submetidos a diferentes tempos e temperaturas após sua elaboração. Os resultados indicaram que a degradação de antocianinas aumenta proporcionalmente ao tempo de exposição a altas temperaturas para ambos os métodos de elaboração. No entanto, verificou-se que a perda percentual de antocianinas é maior para os sucos elaborados pelo método de arraste a vapor. Foi observado um comportamento oposto no que se refere aos compostos fenólicos, com elevação dos seus teores, à medida em que se promove elevação do tempo de exposição..

Palavras- chave: cor, antocianinas, degradação térmica.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é crescente o uso de compostos funcionais no desenvolvimento de produtos alimentícios. Muitas pesquisas têm demonstrado que as frutas e os vegetais contêm componentes com atividade antioxidante que estão relacionados a uma série de benefícios à saúde. A uva é uma das frutas que apresentam grande capacidade antioxidante, que está diretamente ligada ao seu elevado teor de substâncias fenólicas (MULLEN et al, 2007; DÁVALOS et al, 2005).

Os principais fenólicos presentes na uva são os flavonóides (antocianinas, flavanóis e flavonóis), os estilbenos (resveratrol), os ácidos fenólicos (derivados dos ácidos cinâmico e benzóico) e uma larga variedade de taninos (FRANCIS, 2000).

O suco de uva é uma importante fonte de compostos fenólicos, no entanto, a quantidade e o tipo destes compostos não são necessariamente os mesmos da uva fresca. Essa diferença está relacionada aos tratamentos (o tipo de extração, tempo de contato entre o suco e a casca e semente, prensagem, tratamentos térmicos, tratamentos enzimáticos e adição de dióxido de enxofre e ácido tartárico) sofridos pelas uvas ao serem processadas em sucos (FRANKEL et al, 1998; SHAHIDI; NACZK, 1995).

O processo de extração a quente sofrido pelo mosto durante a elaboração do suco contribui com o aumento da concentração de fenólicos, no entanto, a utilização de temperaturas elevadas durante o processo de extração, pasteurização e até de estocagem do suco pode gerar perdas na quantidade de compostos fenólicos, principalmente pela degradação de antocianinas (DERGAL; 1993; JACKMAN; SMITH, 1996; CREASY; CREASY, 1998; FRANKEL et al, 1998).

Com base nessa informação é importante que se realize o resfriamento dos sucos após o engarrafamento visando à estocagem das garrafas com temperaturas suficientemente baixas para evitar que a degradação dos compostos fenólicos continuem a ocorrer.

O resfriamento deve ser feito de forma rápida para que se evite o cozimento excessivo do suco. Maia & Albuquerque (2000), sugerem que o

produto atinja uma temperatura máxima 37°C para que o resfriamento seja considerado eficiente.

Embora recomendado, nem sempre os produtores de suco resfriam o produto, fazendo com que este permaneça aquecido por um tempo prolongado e, gerando com isso, perdas funcionais e na coloração do produto, devido à degradação de antocianinas.

A ausência do resfriamento ou o resfriamento realizado de forma ineficiente é justificado pelo alto custo apresentado pela aquisição e manutenção de dos equipamentos de resfriamento. Assim, justifica-se a necessidade de pesquisas relacionadas a este tema, visando avaliar respostas das condições de aquecimento prolongado, em diferentes processos de elaboração, a fim de se avaliar a importância do resfriamento ao final do engarrafamento dos sucos. Para contribuir com essas ações, o presente estudo teve como objetivo, avaliar os teores de polifenóis totais e de antocianinas em sucos de uva elaborados pelos métodos enzimático e por arraste a vapor submetidos a diferentes tempos e temperaturas após sua elaboração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de suco de uva elaboradas pelo método enzimático foram coletadas em uma empresa da cidade de Petrolina-PE logo após o processo de engarrafamento e mantidas refrigeradas a 5°C até o momento das análises. Também foram cedidas, pela mesma empresa, as uvas utilizadas para elaboração do suco pelo processo de extração por meio de arraste a vapor utilizando panela extratora.

Separou-se 4 garrafas de suco, de cada método de elaboração, para representar as amostras que foram submetidas às temperaturas de aquecimento. Em seguida, coletou-se, em triplicata, alíquotas de 15 mL das amostras dos sucos que foram colocadas em tubos de falcon e imergidas em banho maria termoestatizado para aquecimento. As amostras foram aquecidas a 70, 75, 80 e 85 °C, com uma variação de ± 1 °C, durante os períodos de

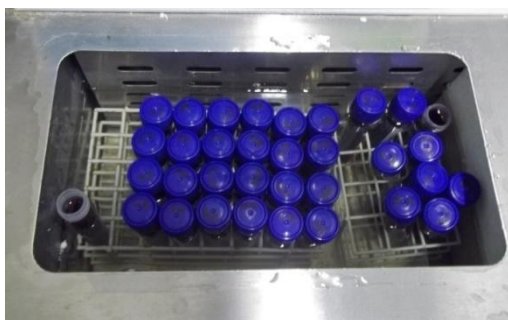
1,2,3,4 e 5 horas (Figura 4). O aquecimento das amostras foi realizado em dias distintos, devido às condições do laboratório utilizado. Desta forma, a realização do experimento aconteceu em quatro dias, onde em cada dia os tubos foram submetidos a uma dada temperatura variando-se apenas os tempos de aquecimento.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4: Etapas de execução do experimento (a) amostras de sucos de uva elaborados pelos métodos enzimáticos e por arraste a vapor, (b) banho termoestabilizado, (c) aquecimento das amostras em banho termoestabilizado (d) resfriamento das amostras.

Durante toda a execução do experimento, tomou-se o cuidado de conferir a temperatura em pontos distintos do equipamento, a fim de se evitar variações internas de temperatura. Após o aquecimento, as amostras foram resfriadas rapidamente em um banho de gelo, com o objetivo de parar a degradação de antocianinas.

Após o resfriamento, procederam-se as análises dos teores de compostos fenólicos, como segue:

2.1 Determinação dos polifenóis totais pelo método Folin Ciocalteu

A concentração de polifenóis totais foi determinada pelo método colorimétrico descrito por Singleton & Rossi (1965). Para tubos de ensaio, foram adicionados 2 mL de amostra diluída (1:10), 10 mL de reagente de Folin Ciocalteu diluído (1:9) e 8 mL de carbonato de cálcio (Ca_2CO_3) a 75%. Procederam-se as leituras a 765nm em espectrofotômetro UV/VIS. Para quantificação, empregou-se uma curva padrão de ácido gálico nas seguintes concentrações: 50, 100, 150, 250 e 500 mg.L^{-1} , sendo os resultados, expressos em mg.L^{-1} , equivalentes em ácido gálico (EAG)

2.2 Determinação das antocianinas

O índice total de antocianinas do suco de uva foi determinado através do método de diferença de pH (RIZZON, 2010). A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 520 nm e os resultados foram calculados de acordo com a equação:

$$\text{Antocianinas (mg.L}^{-1}\text{)} = 388 \cdot \Delta d$$

onde: 388 = fator de linearidade e Δd = diferença de leitura entre os dois tubos.

2.3 Análise estatística

O delineamento utilizado no estudo do efeito da temperatura e do tempo de aquecimento sobre os compostos fenólicos e as antocianinas dos sucos de uva foi em parcelas subdivididas com dois tratamentos (temperatura e tempo de aquecimento) nas parcelas e dois métodos de elaboração (enzimático e por arraste a vapor) nas subparcelas em fatorial inteiramente ao acaso, com três repetições, utilizando o software SAS versão 9.2 (SAS INSTITUTE, 2009). Realizou-se o estudo de análise regressão para os resultados obtidos para antocianinas.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Degradação térmica dos compostos fenólicos

A quantificação dos compostos fenólicos em sucos de frutas tem a finalidade de avaliar o potencial de escurecimento durante ou após o processamento, além da possibilidade de interferência desses compostos no sabor devido à característica de adstringência de alguns deles (FILGUEIRAS et al., 2000). O conteúdo de compostos fenólicos que prevalece nos produtos elaborados com uva pode ser dependente de vários fatores, entre eles, a variedade da uva, o método aplicado na extração destes compostos e as condições de estocagem. Goldy, Ballinger e Maness, (1986) verificaram a presença de 31 antocianinas diferentes em uvas da espécie *Vitis labrusca* ao estudarem a variedade Concord.

A tabela 3 apresenta a concentração de fenólicos totais dos sucos quando submetidos a diferentes tempos e temperaturas de aquecimento. O teor de compostos fenólicos variou de 0,6039 até 1,647 g/L, nos sucos elaborados por arraste a vapor, e de 0,7451 até 1,4902 g/L nos sucos elaborados pelo método enzimático.

É possível observar (Tabela 3) que para uma hora de aquecimento, houve o aumento dos fenólicos totais com o aumento da temperatura, para os dois métodos de elaboração. O aquecimento dos sucos por duas horas mostrou comportamento diferente. Para os sucos elaborados pelo método de arraste a vapor percebeu-se que houve um aumento do teor de fenólicos totais ao aumentar a temperatura de 70 para 75 °C, reduzindo e estabilizando com o aumento da temperatura de 80 para 85 °C. Enquanto que para os sucos elaborados pelo método enzimático, notou-se uma redução do teor de fenólicos totais ao elevar a temperatura de 70 para 80 °C, estabilizando até 85 °C.

O aquecimento dos sucos durante três horas também mostrou comportamento diferente entre os métodos, reduzindo o teor de fenólicos à medida que aumentou a temperatura de aquecimento de 70 para 75 °C e aumentando o teor de fenólicos totais ao elevar a temperatura de 80 para 85 °C (método por arraste a vapor). Já para o método enzimático o comportamento

foi contrário ao método por arraste a vapor, onde os compostos fenólicos totais aumentaram ao aumentar a temperatura de 70 para 75 °C, diminuindo ao elevar ainda mais a temperatura, de 80 a 85 °C.

O aquecimento por quatro horas dos sucos elaborados por arraste a vapor fez com que o teor de fenólicos totais diminuísse com o aumento da temperatura de 70 a 75 °C, estabilizando entre 80 e 85 °C. Enquanto que para o método enzimático é possível observar que houve uma diminuição dos compostos fenólicos ao elevar a temperatura de 70 para 80 °C, reduzindo quando submetido à temperatura de 85 °C. Comportamento semelhante a este foi observado para os sucos elaborados pelo método enzimático ao serem aquecidos durante 5 horas. Já os sucos elaborados por arraste a vapor percebeu-se que houve um aumento do teor de fenólicos totais ao aumentar a temperatura de 70 para 75 °C, reduzindo e estabilizando com o aumento da temperatura de 80 para 85 °C.

Tabela 3: Conteúdo de compostos fenólicos (g/L) presentes em sucos de uva elaborados por dois processos e submetidos a diferentes tempos e temperaturas de aquecimento.

Tratamentos		Compostos fenólicos totais (g/L)	
Tempo (h)	Temperatura (°C)	Arraste a vapor	Enzimático
1	70	0.6039 b	0.7451a
	75	0.8026b	1.0301a
	80	0.8418b	1.0745a
	85	1.1974a	1.1686a
2	70	0.9935b	1.1163a
	75	1.0144a	0.9961a
	80	0.7556a	0.7791a
	85	0.7582a	0.7634a
3	70	0.9699b	1.0824a
	75	0.7634b	1.2941a
	80	1.4641a	1.1503b
	85	1.5452a	0.9673b
4	70	1.5948a	1.3333b
	75	1.3333a	1.1765b
	80	1.4641a	0.9150b
	85	1.4379a	1.4641a
5	70	1.4118a	1.4902a
	75	1.6471a	1.2549b
	80	1.0719a	0.9412b
	85	1.0719b	1.2810a

De forma geral, percebe-se que o aumento do tempo de aquecimento para a mesma temperatura faz com que a concentração de compostos fenólicos aumente para ambos os tratamentos. Isto pode ser explicado pela diminuição da quantidade de água nos sucos e por não existir pressão de vapor suficiente para a volatilização expressiva dos compostos fenólicos que se encontram quimicamente estabilizados nestas temperaturas.

Observa-se que até duas horas de aquecimento, a variação de temperatura não influenciou de forma significativa na concentração de compostos fenólicos. No entanto, a partir de quatro horas os melhores resultados foram obtidos entre as temperaturas de 70 e 75 °C, demonstrando que o tempo e a temperatura juntos interferem na concentração destes compostos.

Gil-Izquierdo e Ferreres (2002) investigaram os efeitos do processamento em suco de laranja em escala industrial (pasteurização, concentração e congelamento) em dois métodos de extração do suco, com relação ao teor de fenólicos, vitamina C e atividade antioxidante. Estes autores concluíram que a pasteurização degradou alguns fenólicos, como os derivados do ácido cafeico, 2-vicenina e narirutina, mas não modificou o teor nutricional e antioxidante nos sucos estudados.

Klopotek et al. (2005), analisando suco de morango, observaram a diminuição dos compostos fenólicos com o avanço do tempo de processamento e do estágio de produção. As principais perdas das substâncias fenólicas (27%) ocorreram na pasteurização do suco.

Pacheco-Palencia et al. (2009) demonstraram uma caracterização detalhada dos compostos polifenólicos em açai. Neste estudo, polpas a 80 °C por 1, 5, 10, 30 e 60 minutos foram avaliadas quanto à estabilidade térmica. Não houve diferenças significativas na degradação de polifenóis durante o aquecimento para os tempos avaliados.

3.2 Degradação térmica de antocianinas

A degradação das antocianinas está diretamente relacionada com a qualidade do suco de uva. Segundo Francia-Aricha et al (1997), durante o

processamento e armazenamento podem ocorrer mudanças no aroma, cor e sabor do suco devido à redução na concentração de antocianinas monoméricas e formação de pigmentos poliméricos. As reações responsáveis por estas transformações incluem, freqüentemente, a condensação direta entre antocianinas e flavonóis e a polimerização das próprias antocianinas.

A análise estatística dos resultados obtidos com os teores de antocianina presentes nos sucos elaborados por diferentes métodos e submetidos a diferentes tempos e temperaturas de aquecimento, demonstrou a existência de interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores temperatura e tempo de aquecimento. Sendo assim, as temperaturas foram comparadas entre si quanto à concentração deste pigmento em cada tempo, assim como os tempos foram avaliados em cada temperatura.

As Figuras 5, 6, 7 e 8 apresentam a variação do teor de antocianina em suco de uva elaborados pelos métodos de arraste a vapor e enzimático em função do tempo e temperatura de aquecimento. Os símbolos representam os dados experimentais e as linhas, as equações obtidas por análise de regressão.

A análise estatística dos valores obtidos para antocianinas totais apresentou correlação significativa em função da temperatura de aquecimento ($p \leq 0,05$), apresentando comportamento linear (Figura 5). Os resultados oscilaram entre 253,4 - 443,2 mg/L na amostra de suco de uva elaborado pelo método artesanal e entre 305,9 - 573,2 mg/L na amostra de suco de uva elaborado pelo método enzimático .

Ainda na Figura 5, observa-se que houve redução linear do teor médio de antocianinas à medida que se aumentou a temperatura de aquecimento dos sucos elaborados pelo método de arraste a vapor para todos os tempos estudados. Aquecendo-se os sucos durante 1 hora e comparando as diferentes temperaturas de aquecimento, é possível perceber que a variação de antocianina é pequena. Comportamento diferente pode ser observado ao aquecer os sucos durante 5 horas, onde a taxa de redução de antocianinas foi 18% ao comparar os sucos aquecidos a 70 e 85 °C.

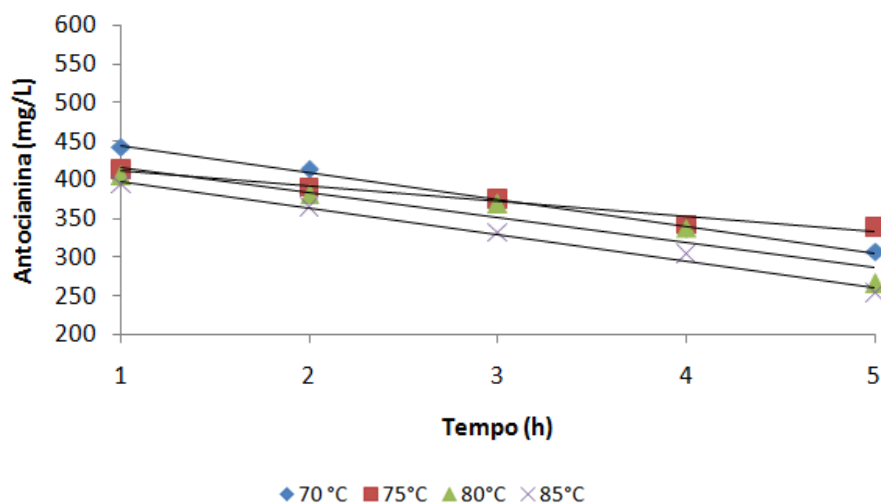


Figura 5: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método de arraste a vapor submetido a diferentes tempos em função da temperatura de aquecimento.

A Figura 6 apresenta a variação do teor de antocianinas em sucos elaborados pelo método enzimático em função da temperatura de aquecimento. Observa-se que os sucos elaborados por este método apresentaram valores médios de antocianinas acima dos valores encontrados para os sucos elaborados pelo método de arraste a vapor, evidenciando a influencia do método de elaboração.

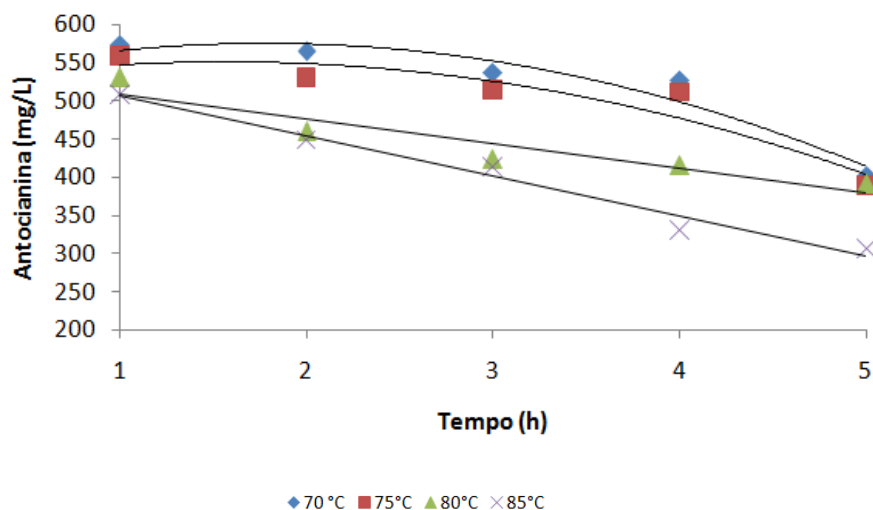


Figura 6: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método enzimático submetido a diferentes tempos em função da temperatura de aquecimento.

Kechinski et al. (2008), ao estudarem a degradação de antocianinas em suco de mirtilo durante o tratamento térmico observaram perdas de antocianinas a medida em que se aumentou o tempo e a temperatura de processamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Albarici et al. (2007), ao avaliarem o efeito da temperatura nas antocianinas do açáí.

A Figura 7 mostra a degradação de antocianina dos sucos, em função do tempo de aquecimento. Observa-se que, o teor de antocianina apresentou comportamento similar para todos os tempos aplicados às amostras de suco de uva elaboradas por arraste a vapor, ou seja, o aumento do tempo de aquecimento ocasiona uma perda mais acentuada de antocianina, de forma que essa perda é ainda maior quanto maior a temperatura de aquecimento.

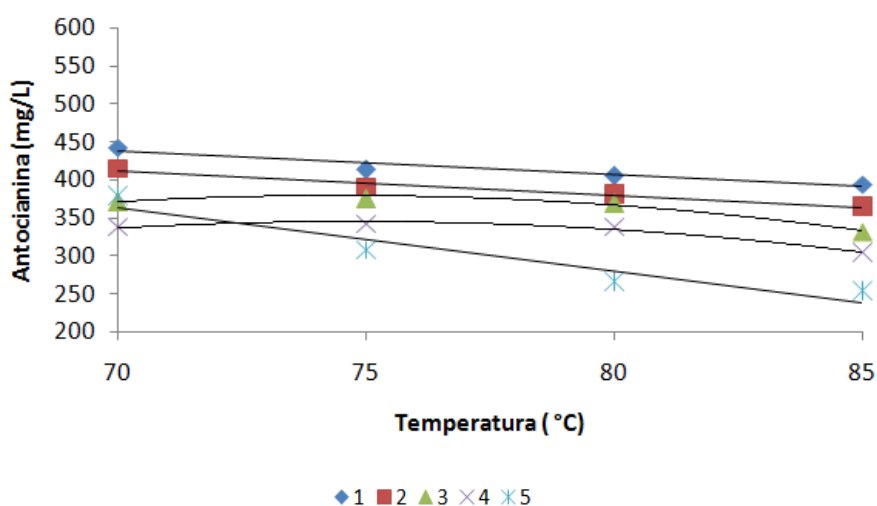


Figura 7: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método de arraste a vapor submetido a diferentes temperaturas em função do tempo de aquecimento.

Para o suco elaborado pelo método enzimático (Figura 8), a variação no teor de antocianinas é muito pequena quando as amostras são aquecidas durante 1 e 2 horas na temperatura de 70 °C. O mesmo comportamento pode ser observado ao aquecer as amostras por 3 e 4 horas na mesma temperatura. Já o aquecimento por 5 horas resulta em uma concentração 11,3 % menor que os tempos anteriores.

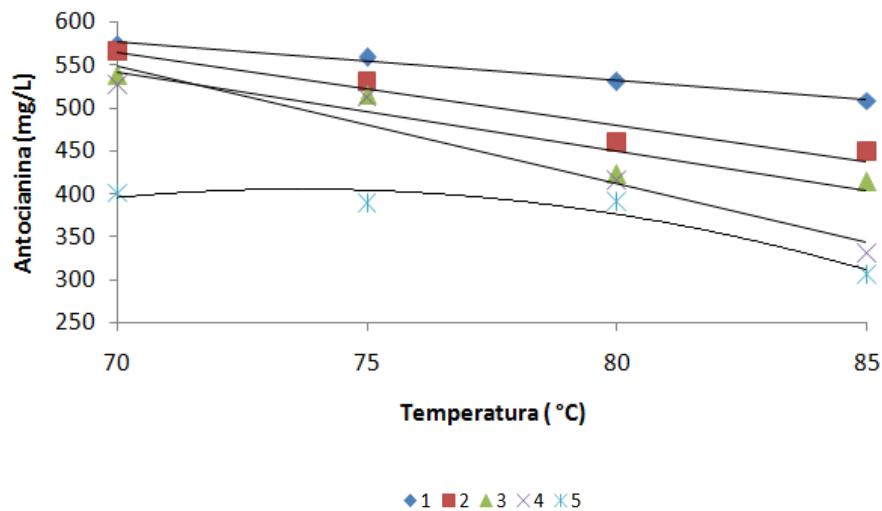


Figura 8: Variação do teor médio de antocianinas em suco de uva elaborado pelo método enzimático submetido a diferentes temperaturas em função do tempo de aquecimento.

Ao contrário do suco elaborado pelo método de arraste a vapor, o suco elaborado pelo método enzimático não apresenta comportamento similar para todos os tempos ao variar as temperaturas de aquecimento. Para este método, os teores de antocianinas aquecidos por diferentes tempos ficam cada vez mais distantes à medida que a temperatura é elevada. Além disso, o teor de antocianina é sempre menor, em todos os tempos, quando as amostras são aquecidas a 85 °C.

A Figura 9 nos mostra que, com exceção da temperatura de 80 °C, o percentual de perda de antocianina, após 5 horas de aquecimento, é sempre menor para os sucos elaborados pelo método de arraste a vapor quando comparados com os sucos elaborados pelo método enzimático. Isso quer dizer que mesmo que os sucos elaborados pelo método de arraste a vapor tenham uma quantidade inicial de antocianinas inferior aos sucos elaborados pelo método enzimático, aquele degrada menos antocianinas do que este quando ambos são submetidos à mesma temperatura de aquecimento durante o mesmo tempo.

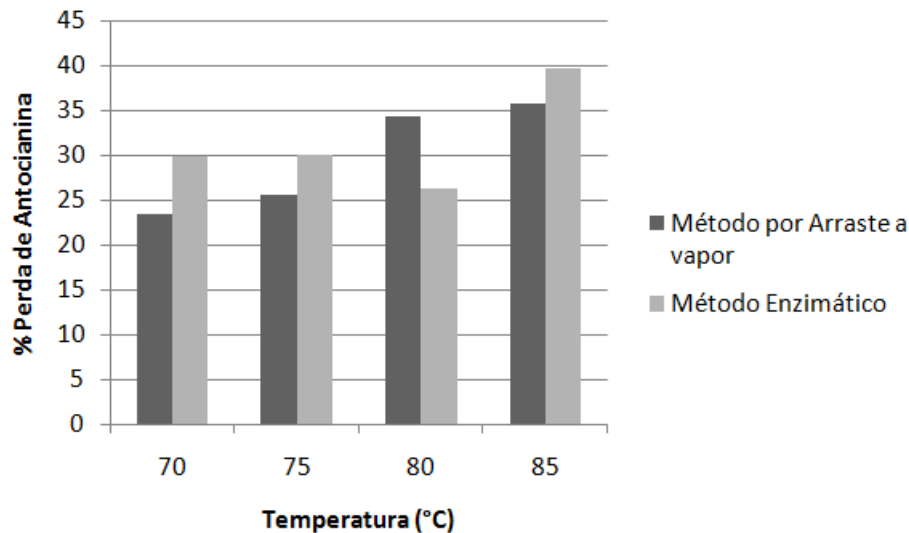


Figura 9: Percentual de perda de antocianina dos sucos de uva elaborados por dois métodos, em diferentes temperaturas.

Os valores superiores de perda de antocianina encontrados para os sucos elaborados pelo método de arraste a vapor aquecidos a 80 °C mostraram comportamento diferente do esperado, já que este tipo de elaboração causa uma diluição da bebida, interferindo no teor de antocianinas.

4.CONCLUSÃO

Os sucos de uva elaborados pelo método de arraste a vapor apresentaram maiores concentrações de compostos fenólicos, quando comparados aos sucos elaborados pelo método enzimático, ao serem submetidos a menores temperaturas de aquecimento por maiores tempos. Já os sucos de uva elaborados pelo método enzimático apresentaram maiores concentrações desses compostos quando a temperatura e o tempo de aquecimento foram menores. De forma geral, os melhores resultados de compostos fenólicos foram encontrados ao aquecer os sucos, de ambos os métodos de elaboração, em temperaturas menores e tempos maiores.

Através do estudo do efeito do tempo e temperatura de aquecimento nos teores de antocianinas, ficou claro a dependência da temperatura e do tempo

nas reações de degradação, tornando-se mais evidente em temperaturas e tempos mais elevados.

A temperatura do suco de uva após o processamento é uma variável importante para a manutenção dos teores de antocianinas na bebida, pois, sendo as antocianinas os pigmentos responsáveis pela coloração arroxeada dos sucos de uva, são elas as responsáveis pelo principal atributo de interesse comercial, a aparência do produto. A partir dos resultados aqui apresentados sugere-se que seja dada especial atenção para a cadeia de frio deste produto.

REFERENCIAS

ACKMAN, R.L.; SMITH, J.L. **Anthocyanins and betalains**. In: HENDRY, G.A.F.; HOUGHTON, J.D. (Eds.) *Natural Food Colorants*. 2ed. Londres: Chapman & Hall, p. 245-309, 1996.

CREASY, L.L.; CREASY, M.T. **Grape chemistry and the significance of resveratrol: an overview**. *Pharm. Biol.*, v. 36, p. 8-13, 1998.

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

DERGAL, S.B. **Química de los Alimentos**. 3ª ed. Nancalpon de Juárez: Longman de México, p. 388-397, 1993.

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**. *J. Agric. Food Chem.*, v. 46, p. 834-838, 1998.

FRANCIA-ARICHA, E. M.; GUERRA, M. T.; RIVAS-GONZALO, J. C.; SANTOS-BUELGA, C. **New anthocyanin pigments formed after condensation with flavanols**. *J. Agric. Food Chem.*, v. 45, p. 2262-2266, 1997.

FRANCIS, F.J. **Anthocyanins and betalains: composition and applications.** Cereal Foods World, v. 45, p. 208-213, 2000

FILGUEIRAS, H. A. C; ALVES, R. E; MOURA, C. F.H. Cajá (*Spondias mombim* L.). In: ALVES, R. E.; FILGUIERAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. Org. **Caracterização de frutas nativas da América Latina.** Jaboticabal: UNESP/SBF, 2000.

GIL-IZQUIERDO, A.; GIL, M.I.; FERRERES, F. **Effect of processing techniques at industrial scale on orange juice antioxidant and beneficial health compounds.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v.50, n. 18, p.5107-5114, 2002.

GOLDY, R. G.; BALLINGER, W. E.; MANESS, E. P. **Fruit anthocyanin content of some *Euvitis x Vitis rotundifolia* hybrids.** Journal of American Society for Horticultural Science, v. 111, p. 955-959, 1986.

KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BOHM, V. **Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v. 53, n.14, p.5640-5646, 2005.

MAIA, G.A.; ALBUQUERQUE, C.A. **Curso de Processamento de Sucos e Polpas de Frutas Tropicais.** Associação das indústrias processadoras de frutos tropicais. ASTN. Fortaleza, 2000.

MIELE, A. et al. **Free amino acids in Brazilian grape juices.** Rivista di Viticoltura e di Enologia, v. 43, n. 4, p. 15-21, 1990.

MULLEN, W.; MARKS, S. C; CROZIER, A. **Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices and fruit drinks.** Journal of Agricultural and Food Chemistry , v. 55, n. 8, p. 3148-3157, 2007

PACHECO-PALENCIA, L., HAWKEN, P., & TALCOTT, S. **Phytochemical composition and thermal stability of two açai (*Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*)**. Food Chemistry, Article in press, 2009.

RIZZON, L. A. (Ed.). **Metodologia para análise de mosto e suco de uva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010.

ROMERO-PÉREZ, A. I. et al. Piceid, the major resveratrol derivative in grape juices. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v. 47, n. 4, p. 1533-1536, Mar. 1999.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. Journal of Nutrition, Bethesda, v. 130, p. 2073-2085, Aug. 2000

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food Phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic, 1995, 331 p

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.