



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**BRUNA GARCIA ALVES FILGUEIRAS**

**UTILIZAÇÃO DE ULTRASSOM EM SUCO DE UVA: EFEITO NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E  
ESTUDO SENSORIAL**

ALEGRE - ES  
FEVEREIRO – 2018

BRUNA GARCIA ALVES FILGUEIRAS

**UTILIZAÇÃO DE ULTRASSOM EM SUCO DE UVA: EFEITO NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E  
ESTUDO SENSORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Raquel Vieira de Carvalho  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Pollyanna Ibrahim Silva  
Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Suzana Maria Della Lucia

ALEGRE - ES  
FEVEREIRO – 2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial Sul, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)  
Bibliotecária: Lizzie de Almeida Chaves – CRB-6 ES-000871/O

---

F478u Filgueiras, Bruna Garcia Alves, 1990-  
Utilização de ultrassom em suco de uva: efeito nas características físico-químicas, análises microbiológicas e estudo sensorial / Bruna Garcia Alves Filgueiras. – 2018.  
94 f. : il.

Orientador: Raquel Vieira de Carvalho.

Coorientadores: Pollyanna Ibrahim Silva ; Suzana Maria Della Lucia.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Uva. 2. Suco de frutas. 3. Aceitação sensorial. I. Carvalho, Raquel Vieira de. II. Silva, Pollyanna Ibrahim. III. Lucia, Suzana Maria Della. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 664

---

**BRUNA GARCIA ALVES FILQUEIRAS**

**UTILIZAÇÃO DE ULTRASSOM EM SUCO DE UVA: EFEITO NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS  
E ESTUDO SENSORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2018.



---

Profª. Drª. Raquel Vieira de Carvalho  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora



---

Profª. Dra. Suzana Maria Della Lucia  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinadora



---

Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Examinador

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me capacitar, cuidar e permitir alcançar mais esta conquista.

A minha família, minha base, que sempre me incentivou, auxiliou e soube entender os momentos de ausência.

Ao meu noivo Lucas, pelo companheirismo, carinho, compreensão e apoio. Obrigada por sonhar junto comigo.

A minha professora e orientadora Raquel, pela oportunidade de trabalhar e aprender com você. Obrigada por todo carinho, atenção, paciência e conselhos nesse tempo de convivência.

Às professoras Pollyanna Ibrahim Silva e Suzana Maria Della Lucia, minhas co-orientadoras, pela disponibilidade em ouvir e ensinar.

À professora Juliana Di Giorgio Giannotti pela disponibilidade em ensinar.

Aos professores do PCTA pelos ensinamentos, aulas e contribuições durante todo o processo de trabalho.

Aos técnicos dos laboratórios, Amanda, Letícia, Silvana, Eduardo e Raphael, pela ajuda e paciência.

À banca de defesa, Suzana Maria Della Lucia e Antonio Manoel Maradini Filho, pela disponibilidade e contribuições.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela disponibilidade de bolsa durante todo o curso.

Aos estudantes do PCTA, com os quais pude conhecer e conviver, em especial a Andressa (muito obrigada por toda ajuda), aos meus colegas de turma, Cíntia, Rovená, Patrick, Leandro, Pâmela, Eduardo, Raphael, Paula (companheira de todas as horas), Clara, Renata e Carol (obrigada pela amizade e companheirismo). Obrigada pela amizade, incentivo, colaboração e solidariedade no decorrer destes dois anos.

Aos 40 avaliadores que participaram do teste triangular e aos 77 consumidores que participaram dos testes de aceitação, pela colaboração e boa vontade.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram e torceram por mim na realização desse trabalho.

## LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: Classificação de suco de uva pelo processamento e constituição.....	10
---	----

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Codificação das amostras de suco de uva e tratamentos aplicados.....	34
Tabela 2: Efeito dos tratamentos aplicados ao suco de uva no teor de sólidos solúveis, pH, acidez, açúcar redutor e cinzas.....	41
Tabela 3: Efeito dos tratamentos aplicados ao suco de uva para turbidez.....	43
Tabela 4: Efeito dos tratamentos aplicados ao suco de uva no teor de compostos fenólicos, antocianinas, atividades antioxidante ABTS e DPPH.....	44
Tabela 5: Efeito dos tratamentos aplicados no suco de uva para cor.....	48
Tabela 6: Médias das contagens de mesófilos aeróbios, fungos e leveduras, em log UFC.g <sup>-1</sup> , em amostras de suco de uva.....	49
Tabela 7: Resultados do questionário sobre o conhecimento dos consumidores em relação à aplicação da tecnologia do ultrassom em alimentos.....	69
Tabela 8: Médias das notas hedônicas para o suco pasteurizado e para o suco sonificado em cada uma das sessões sensoriais.....	71
Tabela 9: Efeito dos dois tipos de informações fornecidas sobre a aceitação dos consumidores: desvios entre as notas de cada sessão.....	73

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática dos principais compostos fenólicos presentes no suco de uva .....	13
Figura 2: Ficha utilizada no teste triangular.....	63
Figura 3: Ficha utilizada no teste de aceitação da sessão 1.....	64
Figura 4: Ficha utilizada no teste de aceitação para a amostra pasteurizada e sonicada da sessão 2 .....	65
Figura 5: Ficha utilizada no teste de aceitação da amostra pasteurizada e sonicada da 3ª sessão .....	66
Figura 6: Texto explicativo sobre pasteurização de alimentos utilizado na sessão 3...66	
Figura 7: Texto explicativo sobre aplicação de ultrassom em alimentos utilizado na sessão 3 .....	67
Figura 8: Perfil sociodemográfico dos consumidores e frequência de consumo de suco de uva (n=77) .....	69
Figura 9: Médias das notas hedônicas para cada atributo em cada uma das sessões .....	71

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XIV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Referências bibliográficas .....	3
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
2.1 Objetivo geral .....	7
2.2 Objetivos específicos .....	7
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>8</b>
3.1 Uva.....	8
3.2 Suco de uva .....	9
3.3 Cultivares .....	11
3.4 Polifenóis.....	12
3.4.1 Compostos fenólicos .....	12
3.4.1 Antocianinas .....	14
3.5 Ultrassom .....	15
3.6 Percepção dos consumidores frente às tecnologias emergentes .....	17
3.7 Referências bibliográficas .....	20

## CAPÍTULO I - EFEITO DA SONICAÇÃO EM SUCO DE UVA ISABEL

4.1 RESUMO.....	29
4.2 INTRODUÇÃO .....	30
4.3 OBJETIVO.....	32
4.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	33
4.4.1 Extração do suco de uva.....	33
4.4.2 Aplicação dos tratamentos .....	33
4.4.3 Análises físico- químicas.....	34
4.4.3.1 Teor de sólidos solúveis .....	34
4.4.3.2 Determinação do pH .....	35
4.4.3.3 Teor de cinzas .....	35

4.4.3.4 Acidez titulável .....	35
4.4.3.5 Cor .....	36
4.4.3.6 Açúcares redutores totais .....	36
4.4.3.7 Turbidez .....	36
4.4.3.8 Determinação de antocianinas .....	36
4.4.3.9 Análise de compostos fenólicos.....	37
4.4.3.10 Determinação da capacidade antioxidante (ABTS e DPPH) .....	38
4.4.4 Análises microbiológicas .....	39
4.4.4.1 Mesófilos totais .....	39
4.4.4.2 Bolores e leveduras .....	40
4.4.5 Delineamento experimental e análise estatística .....	40
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.5.1 Análises físico-químicas.....	40
4.5.2 Análises microbiológicas .....	49
4.6 CONCLUSÃO.....	52
4.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52

## **CAPÍTULO II - ESTUDO SENSORIAL COM SUCOS DE UVA ISABEL TRATADOS POR ULTRASSOM**

5.1 RESUMO.....	59
5.2 INTRODUÇÃO .....	60
5.3 OBJETIVO.....	61
5.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	62
5.4.1 Aspectos éticos .....	62
5.4.2 Obtenção dos sucos de uva.....	62
5.4.3 Teste triangular .....	63

5.4.3 Teste de aceitação .....	63
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
5.5.1 Teste triangular .....	68
5.5.2 Teste de aceitação .....	68
5.5.2.1 Perfil dos participantes e conhecimentos quanto ao uso de ultrassom.....	68
5.5.2.2 Sessões do teste de aceitação .....	70
5.6 CONCLUSÃO.....	74
5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
<b>6. CONCLUSÃO FINAL.....</b>	<b>78</b>

## RESUMO

FILGUEIRAS, Bruna Garcia Alves. **Utilização de ultrassom em suco de uva: efeito nas características físico-químicas, análises microbiológicas e estudo sensorial**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Raquel Vieira de Carvalho. Coorientadoras: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Pollyanna Ibrahim Silva e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzana Maria Della Lucia.

A uva é uma fruta que tem ganhado espaço na mesa do consumidor e no Brasil tem se destacado por sua produção e pelo processamento em produtos derivados como o suco de uva. O suco de uva é rico em compostos fenólicos, no entanto, em uma menor quantidade que a encontrada na fruta “in natura”. O processo de pasteurização é utilizado no processamento do suco de uva como forma de inativação microbiológica, entretanto, pode levar a alterações das características sensoriais e físico-químicas. A tecnologia de ultrassom vem sendo estudada como uma alternativa para inativação microbiológica com mínimas perdas na qualidade nutricional e sensorial dos alimentos. Contudo, nem sempre a introdução dessas novas tecnologias vem acompanhada da disseminação de informações aos consumidores, podendo refletir na aceitação do produto. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ultrassom sobre as características físico-químicas, microbiológicas e estudo sensorial em suco de uva da cultivar Isabel. Para isso, aplicou-se o ultrassom de sonda de 20 kHz, na potência de 90% em 3, 6, 9, 12 e 15 minutos nas amostras e foram analisados sólidos solúveis, pH, acidez, cinzas, açúcar redutor, turbidez, fenólicos, antocianinas, e atividade antioxidante além da contagem de mesófilos totais, bolores e leveduras. Foi realizado teste triangular e de aceitação sensorial do suco de uva submetido ao ultrassom. Os resultados obtidos foram comparados com os obtidos para o suco pasteurizado e o suco natural. O ultrassom não modificou as características do suco com relação ao pH, acidez, sólidos solúveis, açúcar redutor, cinzas e turbidez. No que se refere à cor, o ultrassom não provocou efeitos sobre a coordenada  $a^*$ , que é relacionada às cores vermelho/verde. O suco sonicado por 15 minutos obteve aumento de polifenóis, antocianinas e capacidade antioxidante, sendo similar ao resultado encontrado no tratamento térmico à 85 °C por 15 minutos, geralmente utilizado em sucos. Com os resultados constatou-se que o tratamento com ultrassom foi efetivo na redução na população de mesófilos, fungos e leveduras. No teste sensorial triangular os avaliadores não conseguiram diferenciar o suco sonicado do suco natural ( $p > 0,05$ ). Já em relação ao teste de aceitação não houve diferença estatística quanto a impressão global para as amostras de suco pasteurizado e sonicado nas três sessões ( $p < 0,05$ ), sendo a primeira sessão um teste cego, a segunda teste com informação e a terceira o teste com texto informativo. Os resultados mostraram que a informação sobre o processamento utilizando o ultrassom não influenciou de forma negativa na aceitação do suco de uva. O ultrassom é uma tecnologia que não modifica as características naturais da fruta, podendo ser usado no processamento de seu suco. Portanto, o ultrassom aplicado por maior tempo foi

eficiente para preservar as características físico-químicas do suco de uva em relação ao natural, assim como foi efetivo na conservação do produto.

**Palavras-chave:** uva Isabel, sonicação, compostos fenólicos, aceitação sensorial.

## ABSTRACT

FILGUEIRAS, Bruna Garcia Alves. **Ultrasound utilization in grape juice: effect on physical-chemical characteristics, microbiological analysis and sensory study.** 2018. Dissertation (MSc in Food Science and Technology) – Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. Advisor: Prof<sup>a</sup>. Dra. Raquel Vieira de Carvalho. Co-advisors: Prof<sup>a</sup>. Dra. Pollyanna Ibrahim Silva e Prof<sup>a</sup>. Dra. Suzana Maria Della Lúcia.

The grape is a fruit that have been conquering space in the consumer's table. In Brazil, it has excelled for the production and processing of derived products, such as grape juice. The grape juice is full of phenolic compounds, however, it has less quantity than the fruit "in natura". The pasteurization process is used in the grape juice's processing as a microbiological inactivation. It can lead to alterations in the sensory and nutritional characteristics, though. The ultrasound technology has been studied as an alternative to microbiological inactivation with fewer losses in the nutritional and sensory quality of the food. However, the introduction of these new technologies not always is accompanied with information to consumers, which may reflect is on the acceptance of the product. On that way, the purpose of this dissertation was evaluate the effect of ultrasound in the physical-chemical, microbiological characteristics and sensory study on the cultivar Isabel's grape juice. To achieve that, the 20 kHz ultrasound's sounder was applied with the 90% of the potency in the 3, 6, 9, 12, 15 minutes in the samples. Then, it was analyzed soluble solids, pH, acidity, ash, sugar reducer, turbidity, phenolics, anthocyanins, and activity antioxidant in addition to counting of total mesophiles, molds and yeasts. It was also evaluated a triangular test the sensory acceptance of grape juice submitted to ultrasound. The results obtained were compared with the obtained in the pasteurized juice and in the natural juice. The ultrasound does not modify the juice characteristics, when it comes to pH, acidity, soluble solids, sugar reducer, ash and turbidity. About the color, the ultrasound does not interfere in the  $a^*$  coordinate, which is relate to color red/green. The sonicated juice had an increasing in the polyphenols, anthocyanins and antioxidant capacity for 15 minutes, which was similar to the result found in the heat treatment at 85 ° C for 15 minutes, generally used in juices. Through the results, it was found that the treatment with ultrasound was effective in the reduction of the mesophiles, molds and yeasts' population. In the triangular sensory test, the evaluators were not capable of distinguish the sonicated juice from the natural one ( $p > 0,05$ ). In relation to the acceptance test, there was no statistical difference in the overall impression for the pasteurized and sonicated juice samples in the three sessions ( $p < 0,05$ ), being the first session a blind test, the second test with information and the third the test with informational text. The results guarantee that the information about the processing using the ultrasound did not influence in a negative way the acceptance of the grape juice. The ultrasound is a technology that does not modify the natural characteristics of the fruit, because of that it can be used in the processing of the juice. Therefore, the ultrasound applied for a longer period of time was efficient to provide greater nutritional value to the grape juice in relation to the natural one, been as well effective in the conservation of the product.

**Key words:** Isabel grape, sonication, phenolic compounds, sensory acceptance.

## 1. INTRODUÇÃO

A uva ganhou espaço considerável na mesa do consumidor. É uma das maiores culturas de frutas, com produção global de 68 milhões de toneladas por ano, segundo dados de 2015 (NOWSHEHRI; BHAT; SHAH, 2015). No Brasil, essa produção chegou a aproximadamente 984.244 toneladas, uma redução de 34,27% em relação ao ano de 2015, que teve como produção 1,5 milhão de toneladas, distribuída em aproximadamente 78 mil hectares, dos quais 52,12% da produção nacional foram destinadas ao processamento de vinho, suco e derivados (EMBRAPA, 2016; MELLO, 2017).

Entre os estados de maior produção de uvas destaca-se o Rio Grande do Sul, considerado o maior produtor nacional. No ano de 2015 este estado aumentou 7,85% a produção, seguido de Pernambuco e São Paulo (MELLO, 2015a, MELLO, 2015b; EMBRAPA, 2016). Já no ano de 2016, devido aos fatores climáticos, mesmo com uma redução de 52,45% na produção, o Rio Grande do Sul ainda permaneceu como o maior produtor de uvas do país (MELLO, 2017).

No estado do Espírito Santo, o cultivo da uva despertou o interesse dos produtores devido às condições climáticas favoráveis à expansão desta cultura, totalizando 177 hectares de área plantada no ano de 2016, distribuídos em 38 municípios, com predominância na região serrana (INCAPER, 2016; MELLO, 2017). Estima-se que a produção anual capixaba seja correspondente a 2458 toneladas, sendo 77% para consumo “in natura” e 23% para transformação em produtos, correspondendo a 175 mil litros de vinho e 40 mil litros de suco (INCAPER, 2016).

O consumo de suco de uva encontra-se numa posição de destaque, em função do consumo “per capita”, que passou de 0,37 litro em 2004, para 1,36 litro/habitante em 2014 (MELLO, 2015b). Trata-se de uma bebida obtida da parte comestível da uva sã, fresca e madura, por meio de processo tecnológico adequado, não fermentada e não diluída (BRASIL, 1990). O suco deve apresentar cor, aroma e sabor característicos, sendo necessário submeter a tratamento térmico que garanta sua conservação até o momento do consumo (MARCON, 2013).

No Brasil, os principais tipos de uvas usadas na produção de suco são da variedade *Vitis labrusca* L., dentre as quais destacam-se ‘Bordô’, ‘Concord’ e ‘Isabel’ (EMBRAPA 2005; LIMA, 2014). Esta última variedade é o tipo de uva tinta mais

cultivada no país, por ser uma cultivar rústica e altamente produtiva, proporcionando fartas colheitas com poucas intervenções de manejo (ROMBALDI et al., 2004; CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2010). O suco preparado com esta variedade apresenta sabor e aroma similares ao seu estado “in natura”, porém apresenta deficiência de cor, tornando-se necessária a incorporação de sucos elaborados a partir de cultivares tintureiras para corrigir a falta de pigmentos, para proporcionar uma coloração que o mercado exige (CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2008; KOYAMA et al., 2015).

Os compostos fenólicos são substâncias com capacidade antioxidante, os quais agem contribuindo para prevenção do risco de doenças crônicas não transmissíveis (SOARES et al., 2008; MONTORO et al., 2015). O suco de uva é uma importante fonte de combinação de compostos bioativos, no entanto, a quantidade e o tipo presentes são diferentes dos encontrados na fruta “in natura” (ABE et al., 2007; SOARES et al., 2008). Parte dessa diferença está relacionada tanto à variedade, maturidade, cultivar e condições climáticas como a alguns tratamentos pelos quais a uva e o mosto sofrem no processamento do suco (MALACRIDA; MOTTA, 2005).

Novas tecnologias têm surgido como métodos de conservação em substituição aos tratamentos térmicos e químicos convencionais, visando a preservar o valor nutricional, sem acarretar perdas na qualidade sensorial. Uma dessas opções é o uso do ultrassom (US), que tem como vantagem ser uma nova forma de exploração de energia limpa e sua aplicação na indústria de alimentos tem sido pesquisada (COMARELLA et al., 2012). Fundamentalmente, o ultrassom difere das técnicas convencionais, pois faz o uso de fenômenos químicos e físicos. Este processo possui a vantagem de apresentar maior rendimento, produtividade e seletividade do que as técnicas convencionais de processamento, pois proporciona menor gasto com água e energia, redução do tempo de processamento, além de diminuir o uso de substâncias químicas ou a aplicação de calor durante os processos industriais (CHEMAT; HUMA-E; KHAN, 2011; BERNADO et al., 2016).

Dentre suas aplicações, o ultrassom pode ser usado não somente como meio de controle microbiológico (BERMUDEZ-AGUIRRE et al., 2009; RIVERA et al., 2011), mas pode atuar na melhoria do processamento direto de alimentos, tal como na extração de enzimas, proteínas e compostos antioxidantes (LIEU; LE, 2010), na inativação de enzimas (JANG; MOON, 2011; TAO; SUN, 2015), limpeza de superfícies

(KNORR et al., 2004; LUJÁN-FACUNDO et al., 2016) e estimular o aumento do conteúdo de compostos fenólicos (NGUYEN; LE, 2012).

Por se tratar de um novo método de conservação, pouco se conhece sobre o comportamento dos consumidores em relação à aplicação de ultrassom em alimentos. Em virtude disso, a aplicação de testes de aceitação sensorial surge como ferramenta para comparar a aceitação cega do produto e sua aceitação quando são fornecidas informações adicionais sobre o método (DELLA LUCIA et al., 2013; LIMA FILHO et al., 2013).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do ultrassom em sucos de uva Isabel, avaliando suas características físico-químicas, principalmente com relação ao conteúdo de compostos fenólicos e antocianinas, microbiológicas, além de aplicar teste triangular e avaliar sua aceitação sensorial.

## 1.1 Referências bibliográficas

ABE, L. T.; DA MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* e *Vitis vinífera*. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n. 2, p. 394-400, 2007.

BERMUDEZ-AGUIRRE, D.; MAWSON, R.; VERSTEEG, K.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. Composition properties, physicochemical characteristics and shelf life of whole milk after thermal and thermosonication treatments. **Journal of Food Quality**, v. 32, p. 283-302, 2009.

BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Effect of ultrasound on the extraction and modification of starches. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 739-746, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 99.066, de 08 de março de 1990. **Regulamenta a Lei nº 7.678 de 08 de novembro de 1988 que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho**. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 01 mai. 2016.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHHEL, P. S. **BRS Carmem: nova cultivar de uva tardia para suco**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. 4 p. (Comunicado técnico, 84).

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHHEL, P. **Novas cultivares brasileiras de uva**. 1. ed. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/novas\\_cultivares\\_brasileiras\\_uva.pdf](http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/novas_cultivares_brasileiras_uva.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2017.

CHEMAT, F.; HUMA-E, Z.; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, p. 813-835, 2011.

COMARELLA, C. G.; SAUTTER, C. K.; EBERT, L. C.; PENNA, N. G. Polifenóis totais e avaliação sensorial de suco de uvas Isabel tratadas com ultrassom. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 4, p. 69–73, 2012.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A. Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 7, p. 143-184, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015**, fev. 2016. Disponível em: <[www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em-2015](http://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em-2015)>. Acesso em: 02 mai. 2016.

EMBRAPA UVA E VINHO - **Sistema de produção de uvas rústicas para processamento em regiões tropicais do Brasil**, dez. 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasRusticasParaProcessamento/mercado>. Acesso em: out. 2016.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Polos de fruticultura – uva**. Disponível em: <<http://incaper.es.gov.br/fruticultura-uva>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

JANG, J. H.; MOON, K. D. Inhibition of polyphenol oxidase and peroxidase activities on fresh-cut apple by simultaneous treatment of ultrasound and ascorbic acid. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, janeiro, 2011.

KNORR, D.; ZENKER, M.; HEINZ, V.; LEE, D. U. Applications and potential of ultrasonics in food processing. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 15, n. 5, p. 261-266, 2004.

KOYAMA, R.; ASSIS, A. M.; YAMAMOTO, L.Y.; PRUDENCIO, S. H.; ROBERTO, S. R. Análise sensorial do suco integral de uva ‘Isabel’ submetida à aplicação de ácido abscísico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 893-901, 2015.

LIEU, L. N.; LE, V. V. M. Application of ultrasound in grape mash treatment in juice processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 17, p. 273–279, 2010.

LIMA FILHO, T. L. **Irradiação de morangos: limiares de rejeição e detecção sensorial e impacto da tecnologia de conservação sobre a aceitação e as percepções dos consumidores**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre- ES, 2013.

LIMA, M. S. **Caracterização química de sucos produzidos em escala industrial com novas variedade brasileiras de uva cultivadas no nordeste do Brasil**. 2014. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2014.

LUJÁN-FACUNDO, M. J.; MENDOZA-ROCA, J. A.; URIBE-CUARTAS, B.; BLANCO-ÁLVAREZ, S. Study of membrane cleaning with and without ultrasounds application after fouling with three model dairy solutions. **Food and Bioproducts Processing**, v. 100, p. 36-46, 2016.

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

MARCON, A. R. **Avaliação da incorporação de água exógena em suco de uva elaborado por diferentes processos**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul - RS. MELLO, L. M. R. **Panorama da produção de uvas e vinhos no Brasil: Embrapa uva e vinho**, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1068670/panorama-da-producao-de-uvas-e-vinhos-no-brasil>>. Acesso em: 17 out. 2017.

MELLO, L. M. R. **O Brasil no Contexto do Mercado Vitivinícola Mundial: Panorama 2014**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2015a. 4p. (Comunicado técnico, 174).

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2014**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2015b. 6p. (Comunicado técnico, 175).

MONTORO-MORENO, M.; HERRERA-OLALLA, M.; MARTINEZ-GIMENEZ, R.; ALARCON-NAVARRO, M.; HENARES-RUFIÁN, A. Phenolic compounds and antioxidant activity of Spanish commercial grape juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 38, p. 19–26, 2015.

NOWSHEHRI, J. A.; BHAT, Z. A.; SHAH, M. Y. Blessings in disguise: Bio-functional benefits of grape seed extracts. **Food Research International**, v. 77, p. 333–348, 2015.

NGUYEN, T. P.; LE, V. V. M. Application of ultrasound to pineapple mash treatment in juice processing. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 2, p. 547–552, 2012.

RIVERA, C.S.; VENTURINI, M. E.; ORIA, R.; BLANCO, D. Selection of a decontamination treatment for fresh *Tuber aestivum* and *Tuber melanosporum* truffles packaged in modified atmospheres. **Food Control**, v.22, n.3-4, p.636-632, 2011.

ROMBALDI, V. C.; BERGAMASQUI, M.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.; SILVA, A. J. Produtividade e qualidade de uva, cv. Isabel, em dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 89-91, 2004.

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**, v. 30, n. 1, p. 059-064, 2008.

TAO, Y.; SUN, D. Enhancement of food processes by ultrasound: a review. **Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 4, p. 570-594, 2015.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar os efeitos do ultrassom no suco de uva Isabel.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito do ultrassom nas características físico-químicas do suco de uva;
- Avaliar o efeito do ultrassom na quantidade dos compostos bioativos do suco de uva;
- Avaliar o efeito do ultrassom na redução da população de mesófilos totais e de bolores e leveduras do suco de uva;
- Avaliar o efeito do ultrassom nas características sensoriais do suco de uva e o comportamento de consumidores quanto ao uso desta tecnologia em alimentos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Uva

As primeiras variedades de uvas cultivadas no Brasil eram de origem europeia (*Vitis vinifera*), e foram introduzidas pelos colonizadores portugueses no ano de 1532 (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011). Em meados do século XIX, a viticultura brasileira passou a se consolidar com a introdução da cultivar de uva americana Isabel (*Vitis labrusca*) pelos imigrantes italianos. Por se tratar de uma cultivar “rústica”, mais resistente e de fácil cultivo, resultou na substituição dos vinhedos de uvas europeias, ocasionando o desenvolvimento da vitivinicultura comercial nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2010; CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011, DEBASTIANI, et al., 2015).

A partir do século XX as uvas finas voltaram a ganhar expressão em sua produção e a atividade vitivinícola expandiu-se para as demais regiões do sul e sudeste do país (BOTELHO; PIRES, 2009). Ocorreu também a iniciativa de produção de uva no semiárido nordestino, marcando o início da viticultura tropical no Brasil (WENDLER, 2009), alcançando mais tarde os estados do Espírito Santo, Rondônia, Ceará, Piauí, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás (CAMARGO, TONIETTO, HOFFMANN, 2011). O surgimento de novas áreas de plantio e a expansão da cultura contribuiu para o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias que transformaram a viticultura em uma atividade economicamente rentável para o país (PROTAS; CAMARGO; MELO, 2002).

A uva é fruto da videira, também conhecida como vinha ou parreira, classificada taxonomicamente na família Vitaceae e no gênero *Vitis*, o qual é disposto em dois grandes grupos: de origem europeia (*Vitis vinifera*) e de origem americana (*Vitis labrusca*) (ALVES, 2006; RIBEIRO, 2011). É uma fruta que possui grande diversidade, mais de mil espécies com diferentes características, seja na cor, sabor ou teor de nutrientes (THIS; LACOMBE; THOMAS, 2006). Trata-se de uma das maiores culturas frutíferas do mundo, e segundo dados de 2015, com uma produção global de 68 milhões de toneladas anualmente, das quais 38 milhões de toneladas são processadas (NOWSHEHRI; BHAT; SHAH, 2015).

A produção de uva no Brasil na safra 2016 foi equivalente a uma área total de videiras cultivadas de 77.786 ha, com produção de 984.244 toneladas, representando uma redução de 34,27% em relação ao ano de 2015. A produção foi considerada atípica em virtude de um conjunto de fatores climáticos que influenciaram no ciclo vegetativo, o que acarretou numa brotação antecipada e desuniforme (MELLO, 2017).

A maior parcela das uvas e seus derivados é direcionada ao mercado interno. Para a exportação, o destaque especial é para as uvas de mesa e para o suco de uva concentrado. Para Camargo, Tonietto, e Hoffmann (2011), a viticultura brasileira possui uma grande diversidade em função das diferentes condições ambientais, vários sistemas de cultivo e recursos genéticos, que possibilita ofertar uma enorme variedade de produtos (GUERRA et al., 2009).

### **3.2 Suco de uva**

O suco de uva é um dos principais produtos derivados da uva, devido às facilidades de seu processo e alto perfil nutricional. A partir da separação da fração sólida e líquida, obtida por meio da prensagem dos cachos, obtém-se o suco, podendo ser elaborado por diversas variedades de uva (MELLO, 2006).

De acordo com a legislação brasileira, o suco trata-se de uma bebida obtida da parte comestível da uva sã, fresca e madura, por meio de processo tecnológico adequado, não fermentado e não diluído (BRASIL, 1990). O suco deve apresentar cor, aroma e sabor característicos, sendo necessário submeter a tratamento térmico que garanta sua conservação até o momento do consumo (BRASIL, 2000; MARCON, 2013).

É possível classificar o suco de uva em relação à cor, em branco, rosado e tinto, como também classificá-lo quanto ao processamento e constituição, como está descrito no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação de suco de uva pelo processamento e constituição.

<b>Processamento</b>	<b>Característica</b>
Suco de uva integral	Composição natural, límpido ou turvo. Proibido adição de açúcar e conservantes.
Suco de uva concentrado	Parcialmente desidratado, mínimo 65 °Brix em sólidos solúveis.
Suco de uva desidratado	Obtido por desidratação do suco, com teor máximo de 3% de umidade.
Suco de uva adoçado	Suco adicionado de açúcar.
Suco de uva reprocessado	Obtido pela diluição do concentrado ou desidratado.

Fonte: BRASIL (2004).

Em relação ao suco de uva integral, este deverá apresentar em sua composição um teor mínimo de sólidos solúveis de 14 °Brix, acidez titulável mínima de 0,41% expressa como ácido tartárico e açúcares totais máximos de 20% (BRASIL, 2000).

A produção mundial de sucos de uva está estimada aproximadamente entre 11 e 12 milhões de hectolitros, sendo os Estados Unidos da América, Espanha e Brasil seus principais produtores e consumidores (OIV, 2012).

No Brasil, a quantidade de uva utilizada na elaboração de suco e vinho no ano de 2015 foi 16,03% superior quando comparada ao ano de 2014, com um aumento de 1,79% na comercialização de suco de uva de modo geral, dos quais o tipo integral foi o que mais contribuiu. Além disso, o consumo de suco de uva encontra-se numa posição de destaque, em função do consumo “per capita”, que passou 1,36 litro/habitante em 2014, para 1,53 litro em 2015 (MELLO, 2015; MELLO, 2016).

Do ponto de vista nutricional, o suco de uva pode ser comparado à própria fruta, pois possui, em sua composição, constituintes como açúcares, ácidos, minerais, vitaminas e compostos fenólicos, mesmo que alguns sejam em quantidades inferiores aos encontrados na uva “in natura” (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). Fatores como variedade, clima, cultivar e tipo de solo também influenciam na composição química

do suco, assim como a qualidade das bagas utilizadas no processamento são determinantes na qualidade do produto final (SATO et al., 2009).

### 3.3 Cultivares

No Brasil, as uvas americanas e híbridas são denominadas “uvas comuns” ou “uvas rústicas”, e são provenientes de cultivares *Vitis bourquina*, *Vitis labrusca* ou do resultado do cruzamento de ambas. São videiras com alta produtividade, resistência a doenças e muito utilizadas na produção de derivados da uva (GIOVANNINI, 2008; CAMARGO, MAIA; RITSCHHEL, 2010).

A variedade *Vitis labrusca* forma a base da produção nacional de suco de uva, representando 80% do total das uvas processadas. Esta espécie fornece matéria-prima que garante a preservação do aroma característico da fruta, mesmo quando o suco é pasteurizado, além de conter os principais tipos de uvas usadas na produção do suco, das quais destacam-se Bordô, Concord, Niágara e Isabel, responsáveis por 50% da produção total de uva (VENTURINI FILHO, 2010; TOALDO et al., 2013; LIMA, 2014).

Originária do sul dos Estados Unidos, a cultivar Isabel é o tipo de uva tinta mais cultivada no Brasil, onde também é chamada “Isabella”, “Brasileira” e “Nacional”. Foi introduzida entre 1839 e 1842, no Rio Grande do Sul, e atualmente é o tipo de uva mais cultivado no país, por ser uma cultivar de fácil adaptação à variabilidade de condições edafoclimáticas, com diversidade de uso (mesa, suco e vinho), ser tolerante a doenças, como antracnose e oídio e por proporcionar fartas colheitas com poucas intervenções de manejo (ROMBALDI et al., 2004; CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2010). Essa cultivar apresenta cachos de tamanho médio, de cor escura, com bagas arredondadas, recobertas de pruína, polpa sucosa e doce (KOYAMA et al., 2015).

O suco preparado com esta variedade apresenta sabor e aroma similares ao seu estado *in natura*, porém apresenta deficiência de cor, tornando-se necessária a incorporação de sucos elaborados a partir de cultivares tintureiras para corrigir a falta de pigmentos e proporcionar uma coloração que o mercado exige (CAMARGO; MAIA; RITSCHHEL, 2008; KOYAMA et al., 2015; SILVA et al., 2015).

Como característica, a cultivar Isabel apresenta elevado teor de antranilato de metila, substância responsável pelo aroma forte da uva, característica também

conhecida por “foxado”, ou próprio da “Fox grape”, espécie americana que deu origem à uva ‘Isabel’ (CAMARGO, 2003). Possui também a presença de pigmentos e compostos que são responsáveis pela cor e adstringência, que podem até trazer benefícios quando consumidos, conhecidos como compostos fenólicos (COMARELLA et al., 2012).

### **3.4 Polifenóis**

#### **3.4.1 Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos constituem uma das principais classes de metabólitos secundários das plantas, sendo indispensáveis para o seu crescimento, reprodução e proteção quanto a patógenos (BRAVO, 1998). São sintetizados normalmente em resposta a condições de estresse, seja por infecções, cortes, radiação ultravioleta (UV), dentre outros (ANGELO; JORGE, 2007). Quimicamente, caracterizam-se por apresentar em sua estrutura um anel aromático ligado a um ou vários grupos hidroxilas, incluindo seus grupos funcionais. Possuem estruturas diversas, o que os tornam multifuncionais (VACCARI; SOCCOL; IDE, 2009).

Trata-se de um grupo de diversos fitoquímicos, que vão desde moléculas simples até aquelas com alto grau de polimerização. Sua atuação em plantas envolve o crescimento e reprodução dos vegetais, ação como agentes antipatogênicos, além de auxiliarem na pigmentação. Nos alimentos, pode influenciar na estabilidade oxidativa, valor nutricional e qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, adstringência, amargor e aroma (ANGELO; JORGE, 2007; ROCHA et al., 2011).

Há ainda outras propriedades fisiológicas proporcionadas por esses compostos quando consumidos, tais como: atividade vasodilatadora, anti-inflamatória, antiaterogênica, antialérgica, antimicrobiana, cardioprotetiva, antitrombótica e ação antioxidante (BENAVENTE-GARCIA et al., 1997; BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006).

Os antioxidantes são substâncias capazes de inibir ou reduzir a ação de radicais livres, impedindo a oxidação de diversos substratos. A ação antioxidante dos compostos fenólicos pode ocorrer por meio de dois mecanismos: o primeiro impossibilita a etapa de iniciação do processo oxidativo por impedir a formação de radicais livres, e o segundo está relacionado à eliminação de radicais através da

doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, que são importantes para ocorrer a etapa de propagação (CUVELIER; RICHARD; BERSET, 1992; SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDARA, 1992; MAILLARD et al., 1996). A ação antioxidante dos polifenóis pode ocorrer tanto em meio aquoso como na camada fosfolipídica, sendo influenciada pela estrutura dos compostos, número e posição dos grupos OH (SUN et al., 2002).

Uvas e seus derivados são ricas fontes destes compostos, todavia, a quantidade e a composição fenólica variam de acordo com alguns fatores, como: tipo de cultivar, maturidade das bagas, condições de safra, solo, clima, técnicas de plantio e de produção empregadas (ASAMI et al., 2003; SIRIWOHARN et al., 2004). A semente e a casca são os principais locais de acúmulo de compostos fenólicos, numa distribuição média de 84% e 15%, respectivamente, e apenas 1% na polpa (PASTRANA-BONILLA et al., 2003). Os compostos fenólicos do suco de uva podem ser divididos em função da sua estrutura química, em dois grandes grupos, os flavonoides e os não flavonoides, e estas classes por sua vez, dividem-se em várias subclasses (Figura 1) (RIZZON; MENEGUZZO, 2007; NATIVIDADE et al., 2013).

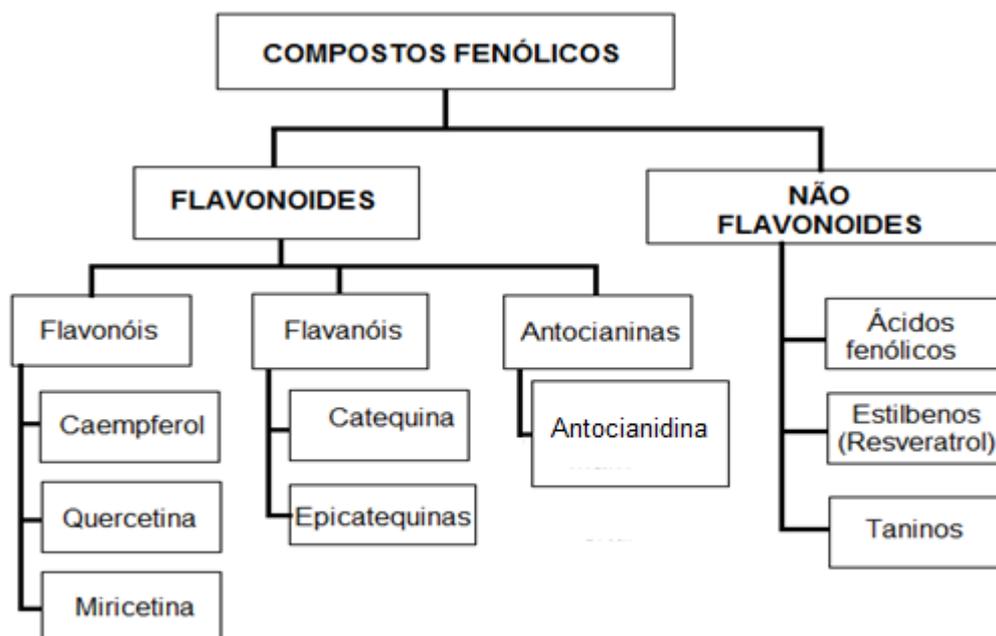


Figura 1: Representação esquemática dos principais compostos fenólicos presentes no suco de uva. Fonte: Adaptado de Natividade et al., 2013.

### 3.4.2 Antocianinas

As antocianinas fazem parte da terceira subclasse de flavonoides e estão largamente distribuídas na natureza, conferindo pigmentação natural de flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas que podem variar do vermelho vivo ao violeta/azul (MUÑOZ-ESPADA et al., 2004; IGNAT; VOLF; POPA, 2011).

A molécula de antocianina é composta por uma aglicona (antocianidina), considerada sua estrutura base, um grupo de açúcares, os quais conferem solubilidade e estabilidade à molécula e, frequentemente, um grupo de ácidos orgânicos (FRANCIS, 2000). É possível que existam mais de 500 antocianinas espalhadas na natureza, que diferem entre si pelo número de hidroxilas, número de açúcares ligados à sua estrutura, assim como a posição destas ligações e o número de ácidos alifáticos ou aromáticos ligados aos açúcares presentes na estrutura (KONG et al., 2003).

São compostos solúveis em água e instáveis a altas temperaturas e muito suscetíveis à degradação (GIUSTI; WROLSTAD, 2003). Sua estabilidade pode ser afetada por vários fatores, entre eles pH, temperatura de armazenamento, produtos químicos, estrutura, concentração, luz, oxigênio, solventes, a presença de enzimas, flavonoides, proteínas e íons metálicos (FRANCIS, 1989).

Possuem atividade antioxidante, doando hidrogênio para radicais reativos, impedindo a formação de radicais livres, desempenhando um papel importante no tratamento para prevenir ou retardar as várias doenças crônicas como câncer, doenças neuronais e cardiovasculares, entre outros (LEONG; BURRITT; OEY, 2016).

As antocianinas são responsáveis pela coloração das cascas das uvas tintas, podendo também serem encontradas na polpa de outras variedades de uvas. A quantidade e a composição presentes nas uvas variam de acordo com a cultivar, maturidade, espécie e, ou condições climáticas. Os sucos de uva apresentam pouca diferença no perfil antociânico em relação às uvas “in natura”, lembrando que as cianidina-3-glicosídeo e a delphinidina-3-glicosídeo são as antocianinas majoritárias nesta bebida (RENAUD; DE LORGERIL, 1992; MEZARROBA, 2001; MALACRIDA; MOTTA, 2005).

### 3.5 Ultrassom

O ultrassom consiste em uma tecnologia onde são empregadas ondas mecânicas acústicas de alta frequência, que necessitam de um meio para se propagarem. Apresentam frequência acima de 20 kHz, o que as tornam imperceptíveis à audição humana, que por sua vez só percebem frequência de 16 Hz a 20 Hz (KNORR et al., 2004; SILVA, 2012). Desde o século XX, esta tecnologia tem sido utilizada pela medicina, engenharia e indústria química, no entanto, somente a partir da metade desse mesmo século, surgiu a possibilidade de sua utilização na área de alimentos (ALVES et al., 2013).

Sua aplicação visa aprimorar os processos físicos, bioquímicos e tecnológicos da indústria. As vantagens por ele oferecidas são com relação à produtividade, rendimento e seletividade, redução do tempo de processamento, aceleração de processos de extração, diminuição do uso de substâncias químicas, limpeza de superfícies, inativação de microrganismos e enzimas relacionadas à degradação de suco de frutas (ZHOU; FENG; LUO, 2009; CHEMAT; HUMA-E; KHAN, 2011; TAO; SUN, 2015; BERNADO; ASCHERI; CARVALHO, 2016; LUJÁN-FACUNDO et al., 2016). Além disso, proporciona menor gasto com água e energia, redução do tempo de processamento e diminuição do uso de substâncias químicas ou de aplicação de calor durante os procedimentos industriais, sendo considerada uma nova forma de exploração de energia limpa (COMARELLA et al., 2012). O ultrassom tem sido utilizado na substituição de algumas técnicas tradicionais de processamento de alimentos, tais como esterilização, pasteurização, emulsificação, ou complementando as técnicas convencionais de congelamento, salga, filtração, secagem ou desidratação (MASON, 1990; MASON, 1998; CHEMAT; HUMA-E; KHAN, 2011).

A energia transmitida para o alimento por este tipo de processamento pode ser expressa como intensidade do ultrassom ( $W/cm^2$ ), e suas ondas podem ser propagadas por meio de uma sonda ou pela própria imersão do alimento em banhos de ultrassom (ADEKUNTE et al., 2010; DIAS, 2014; TAO e SUN, 2015). O equipamento de banho de ultrassom possui aplicação relativamente simples, no entanto, visto que sua energia ultrassônica perde intensidade e distribui-se de maneira não uniforme ao longo do tempo, seus resultados são passíveis de sofrer alterações

(CHEMAT; HUMA-E; KHAN, 2011). Por outro lado, o equipamento de sonda ultrassônica permite ser aplicado diretamente ao alimento por meio de uma haste metálica, diferentemente do outro, que necessita de um meio líquido entre a sonda e o material (LYNG; ALLEN; MCKENNA, 1997; LUQUE-GARCÍA; LUQUE DE CASTRO, 2003).

Ainda com relação a sua aplicação em alimentos, pode-se classificá-lo de acordo com a intensidade e frequência em dois grupos, sendo o primeiro os ultrassons de baixa energia, que possuem alta frequência (maior que 1 MHz) e baixa intensidade (menor que 1 W/cm<sup>2</sup>) e não são destrutivos, podendo ser úteis para fornecimento de informações sobre propriedades físico-químicas e estrutura dos alimentos. O ultrassom de alta energia, por sua vez, possui baixa frequência (20 – 100 kHz) e apresenta níveis de intensidade mais altos (maior que 5 W/cm<sup>2</sup>), com energia suficiente para romper ligações intermoleculares, capazes de alterar algumas propriedades físicas, favorecer reações químicas e inativar microrganismos (KNORR et al., 2004; ALVES et al., 2013).

Quando as ondas ultrassônicas se propagam em líquido é gerado um fenômeno relacionado aos seus efeitos sobre a matriz do alimento denominado cavitação (NASCENTES et al., 2001; ESCLAPEZ et al., 2011). Os efeitos da cavitação podem ser resumidos como a formação de bolhas que diminuem e aumentam de tamanho, gerando ciclos de expansão e compressão até que as bolhas implodem, levando ao colapso das mesmas, causando mudanças químicas e aumento da pressão e da temperatura próxima à região da implosão (LUQUE DE CASTRO; PRIEGO-CAPOTE, 2007; VEILLET et al., 2010; CARCEL et al., 2012).

Caso o colapso das bolhas ocorra próximo à interface da matriz vegetal, ondas de choque geradas fazem com que células vegetais sejam rompidas, facilitando a liberação do material contido no interior no solvente (ESCLAPEZ, et al., 2011). Aliado a isso, o calor provocado pelas implosões aumenta a solubilidade das substâncias presentes e conseqüentemente aumenta a eficácia da extração dos compostos por um tempo muito menor quando comparado aos métodos tradicionais de extração e muitas vezes com uso de uma pequena quantidade de solventes ou quase nenhuma (VILKHU et al., 2008; CHEMAT; HUMA-E; KHAN, 2011).

### **3.6 Percepção dos consumidores frente às tecnologias emergentes**

Para medir a qualidade e o sucesso dos produtos, é necessário lançar mão de métodos científicos como a análise sensorial, uma ferramenta capaz de mensurar com precisão e reprodutibilidade as respostas dos consumidores aos estímulos (DRAKE, 2007).

Normalmente, as propriedades sensoriais exercem influência sobre a atitude do consumidor frente ao alimento, por meio das características de aparência, textura, aroma e sabor, consideradas os principais determinantes na escolha do produto. No entanto, há outros fatores que desempenham um importante papel neste processo, chamados de características não sensoriais (GUERRERO et al., 2000; JAEGER, 2006; DELLA LUCIA et al., 2010).

As características não sensoriais podem estar relacionadas ao consumidor, tais como aspectos culturais, religiosos, étnicos, fatores sociais, idade, sexo, renda familiar e preocupação com a saúde, assim como podem estar relacionadas às características do produto, como a marca, preço, conveniência, praticidade, segurança, valor nutritivo e tecnologia de processamento (DELLA LUCIA et al., 2010; MINIM et al., 2012). Ao avaliar essas características, intrínsecas ou extrínsecas ao produto, assim como as possíveis interações entre elas, torna-se possível entender as atitudes do consumidor, seja pela rejeição ou aceitação de um produto, assim como verificar as possíveis consequências que tais características podem exercer sobre o comportamento do consumidor (CROSS, 2005; MISSAGIA, 2012).

De acordo com Cross (2005), estudos têm sido impulsionados visando o desenvolvimento de novas tecnologias que possam, além de manter a qualidade sensorial de alimentos, ser capazes de agregar valor nutricional e proporcionar um produto seguro ao consumidor, sem prejudicar o meio ambiente. Contudo, nem sempre a introdução dessas novas tecnologias vem acompanhada da disseminação de informações aos consumidores, dando margem a interpretações equivocadas a respeito do produto e da própria técnica de processamento (LIMA; RONCALLI, 2014).

Existe uma preocupação por parte dos consumidores quanto à tecnologia de processamento, com critérios sobre a qualidade, seguridade e confiabilidade do alimento produzido, assim como as vantagens e desvantagens da tecnologia aplicada e possíveis riscos que certamente irão refletir na aceitação do produto (LIMA FILHO,

2013). Contudo, ressalta-se que a aceitação do produto não se restringe apenas às características do processo, mas também envolve atitudes individuais e crenças de cunho econômico, político e social em que o consumidor vive (DELLA LUCIA et al., 2013).

As tecnologias emergentes em alimentos, como alta pressão hidrostática, campos elétricos pulsados, irradiação e ultrassom, buscam manter a qualidade sensorial e nutricional dos alimentos, assim como proporcionar uma segurança para o meio ambiente. No entanto, ainda que não ocorram barreiras de natureza científica ou técnica, o pouco conhecimento dos consumidores em relação a essas novas tecnologias emergentes, pode despertar ideias errôneas quanto a sua aplicação, podendo influenciar na atitude dos consumidores na aceitação dos produtos e conseqüentemente no sucesso de sua implementação e comercialização (GILES, et al., 2015; DA COSTA; DELIZA; ROSENTHAL, 1999).

As escolhas dos consumidores em relação aos alimentos podem ser afetadas por muitas razões, inclusive o medo das novas tecnologias em alimentos (COX; EVANS, 2008). Em uma investigação realizada sobre as atitudes canadenses em relação à nanotecnologia e suas aplicações na indústria de alimentos, mostrou que seria mais provável aceitar a nanotecnologia em embalagens de alimentos do que inseridas nos produtos alimentícios. De acordo com Giles et al. (2015), fornecer informações sobre os benefícios da nanotecnologia poderia promover um público informado, ao ponto de reduzir a preocupação do consumidor e garantir mercado para nanotecnologia alimentar.

Com base em um estudo realizado por Cardello et al. (2007), 20 tecnologias diferentes, tradicionais e inovadoras, foram avaliadas quanto à aceitação dos consumidores. Pelos resultados, viram que a percepção das tecnologias alimentares pelos consumidores, desempenha papel importante e crucial em suas escolhas. De acordo com Slovic et al. (2004) e Erdem et al. (2012), os consumidores geralmente avaliam os riscos de novas tecnologias de forma diferente dos especialistas.

Um estudo desenvolvido por Lima Filho (2013) trouxe como proposta analisar qual impacto que o processo de irradiação provocaria na aceitação de morangos submetidos a este tratamento não térmico. De acordo com o autor, os consumidores rejeitaram os morangos irradiados por não conhecer sobre a técnica utilizada, e

somente após a apresentação de informações sobre o tratamento de irradiação a aceitação dos morangos irradiados aumentou significativamente.

Por se tratar de um novo método de conservação, pouco se conhece sobre o comportamento dos consumidores em relação à aplicação de ultrassom em alimentos. Em virtude disso, a aplicação de testes de aceitação sensorial surge como ferramenta para comparar entre a aceitação cega do produto e sua aceitação quando são fornecidas informações adicionais sobre o método (DELLA LUCIA et al., 2013; LIMA; RONCALLI, 2014).

Ainda não se tem conhecimento desse tipo de teste sensorial realizado em sucos processados por ultrassom. É necessário, para uma maior inserção desta tecnologia no processamento de alimentos, não focar somente na tecnologia, mas também no mercado consumidor e no modo como a característica não sensorial pode influenciar na aceitação do produto.

### 3.7. Referências bibliográficas

ADEKUNTE, A.O.; TIWARI, B. K.; CULLEN, P. J.; SCANNEL, A. G. M.; O'DONNELL, C. P. Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. **Food Chemistry**, v.122, n. 3, p. 500-507, 2010.

ALVES, A. O. **Presença de trans-resveratrol em geleias de uva e sua relação com a radiação UV**. 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

ALVES, L. L; CICHOSKIN, J. A; BARIN, J. S; RAMPELOTTO, C; DURANTE, E. C. O ultrassom no amaciamento de carnes. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 8, p. 1522-1528, 2013.

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

ASAMI, D. K.; HONG, Y. J.; BARRETT, D. M.; MITCHELL, A. E. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n. 5, p. 1237–1241, 2003.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BENAVENTE-GARCIA, O.; CASTILLO, J.; MARIN, F. R.; ORTUNO, A.; DEL RIO, J. A. Uses and properties of citrus flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, n. 12, p. 4505–4515, 1997.

BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Effect of ultrasound on the extraction and modification of starches. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 739-746, 2016.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P. Viticultura como opção de desenvolvimento para os Campos Gerais. In: II Encontro de fruticultura dos Campos Gerais, 2009, Campos Gerais. **Anais...** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, v.1, p.1-16, 2009.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000, Seção 1, p. 54-58.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 55, de 27 de julho de 2004. **Normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Disponível em:<[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)> . Acesso em 17 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 99.066, de 08 de março de 1990. **Regulamenta a Lei nº 7.678 de 08 de novembro de 1988 que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho.** Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 01 mai. 2016.

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

CAMARGO, U. A. Espécies e Cultivares. In: KUHN, G. B. **Uva para processamento: Produção.** Brasília: Embrapa, 2003.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHHEL, P. **Novas cultivares brasileiras de uva.** 1. ed. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2010. Disponível em: <[http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/novas\\_cultivares\\_brasileiras\\_uva.pdf](http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/novas_cultivares_brasileiras_uva.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2017.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHHEL, P. S. **BRS Carmem: nova cultivar de uva tardia para suco.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. 4 p. (Comunicado técnico, 84).

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.144-149, 2011

CÁRCEL, J. A.; GARCÍA-PÉREZ, J. V.; BENEDITO, J.; MULET, A. Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. **Journal of Food Engineering**, v.110, n.2, p.200-207, 2012.

CARDELLO, A.V.; SCHUTZ, H.G.; LESHER, L.L. Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: A conjoint analytic study. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.8, p. 73-83, 2007.

CHEMAT, F. HUMA-E, Z.; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, p. 813-835, 2011.

COMARELLA, C. G.; SAUTTER, C. K.; EBERT, L.C.; PENNA, N. G. Polifenóis totais e avaliação sensorial de suco de uvas Isabel tratadas com ultrassom. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 4, p. 69–73, 2012.

COX, D. N.; EVANS, G. Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: The food technology neophobia scale. **Food Quality and Preference**, v.19, n.8, p.704–710, 2008.

CROSS, R. M. Exploring attitudes: the case for Q methodology. **Health Education Research**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 206-213, 2005.

CUVELIER, M. E.; RICHARD, H.; BERSET, C. Comparison of the antioxidante activity of some acid phenols: structure-activity relationship. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v.59, p.324-325,1992.

DA COSTA, M. C.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A. Revisão: tecnologias não convencionais e o impacto no comportamento do consumidor. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 17, n. 2, p. 187-210, 1999.

DEBASTIANI, G.; LEITE, A. C.; JUNIOR, C. A. W.; BOELHOUWER, D. I. Cultura da uva, produção e comercialização de vinhos no Brasil: origem, realidade e desafios. **Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v.20, n.2, p.471-485, 2015.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A.; CERESINO, E. B. Expectativas geradas pela marca sobre a aceitabilidade de cerveja: estudo da interação entre características não sensoriais e o comportamento do consumidor. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 11-24, 2010.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A. Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 7, p. 143-184, 2013.

DIAS, D. R. C. **Efeito do ultrassom em parâmetros de qualidade do suco de graviola (*Annona muricata* L.)**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestre em Nutrição). Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

DRAKE, M. A. Invited review: sensory analysis of dairy foods. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4925-4937, 2007.

ERDEM, S.; RIGBY, D.; WOSSINK, A. Using best-worst scaling to explore perceptions of relative responsibility for ensuring food safety. **Food Policy**, v.37, p.661-670, 2012.

ESCLAPEZ, M. D.; GARCÍA-PÉREZ, J. V.; MULET, A.; CÁRCEL, J. A. Ultrasound-assisted extraction of natural products. **Food Engineering Reviews**, v. 3, p. 108-120, 2011.

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

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273-314, 1989.

GILES, E. L.; KUZNESOF, S.; CLARK, B.; HUBBARD, C.; FREWER, L. J. Consumer acceptance of and willingness to pay for food nanotechnology: a systematic review. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 17, p. 1-26, 2015.

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

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v. 14, p. 217-225, 2003.

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, U. A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. 2009. Disponível em: <<http://www.cnpqv.embrapa.br/publica/documentos/doc048.pdf>>. Acesso em: 28/10/2017.

GUERRERO, L.; COLOMER, Y.; GUÁRDIA, M. D.; XICOLA, J.; CLOTET, R. **Consumer attitude towards store brands**. *Food Quality and Preference*, v. 11, p. 387-395, 2000.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V.I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruit and vegetables. **Food Chemistry**, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

JAEGGER, S. R. Non-sensory factors in sensory science research. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 132-144, 2006.

KNORR, D.; ZENKER, M.; HEINZ, V.; LEE, D. U. Applications and potential of ultrasonics in food processing. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 15, n. 5, p. 261-266, 2004.

KONG, J. M.; CHIA, L. S.; GOH, N. K.; CHIA, T. F.; BROUILLAR, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v. 64, p. 923-933, 2003.

KOYAMA, R.; ASSIS, A. M.; YAMAMOTO, L.Y.; PRUDENCIO, S. H.; ROBERTO, S. R. Análise sensorial do suco integral de uva 'Isabel' submetida à aplicação de ácido abscísico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 893-901, 2015.

LEONG, S. Y.; BURRITT, D. J.; OEY, I. Evaluation of the anthocyanin release and health-promoting properties of Pinot Noir grape juices after pulsed electric fields. **Food Chemistry**, v.196, p. 833–841, 2016.

LIMA FILHO, T. L. **Irradiação de morangos: limiares de rejeição e detecção sensorial e impacto da tecnologia de conservação sobre a aceitação e as percepções dos consumidores**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre- ES, 2013.

LIMA, A. L. B.; RONCALLI, A. Atitudes e conhecimento dos consumidores sobre os alimentos irradiados: um inquérito conduzido em Natal, Brasil. **Vigilância Sanitária em Debate**, v.2, n.2, p. 81-87, 2014.

LIMA, M. S. **Caracterização química de sucos produzidos em escala industrial com novas variedade brasileiras de uva cultivadas no nordeste do Brasil**. 2014. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2014.

LUJÁN-FACUNDO, M. J.; MENDOZA-ROCA, J. A.; URIBE-CUARTAS, B.; BLANCO-ÁLVAREZ, S. Study of membrane cleaning with and without ultrasounds application after fouling with three model dairy solutions. **Food and Bioproducts Processing**, v. 100, p. 36-46, 2016.

LUQUE DE CASTRO, M. D.; PRIEGO-CAPOTE. Ultrasound-assisted crystallization (sonocrystallization). **Ultrasonocs Sonochemistry**, v. 14, p. 717-724, 2007.

LUQUE-GARCIA, J. L.; LUQUE DE CASTRO, M. D. Ultrasound: a powerful tool for leaching. **Trends in Analytical Chemistry**, v.22, p.41–47, 2003.

LYNG, J.G.; ALLEN, P.; MCKENNA, B. M. The influence of high intensity ultrasound baths on aspects of beef tenderness. **Journal of Muscle Foods**, v.8, n.3, p.237-249, 1997.

MAILLARD, M. N.; SOUM, M. H.; BOIVIA, P.; BERSET, C. Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. **Food Science and Technology**, v. 3, p. 238-244. 1996.

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

MARCON, A. R. **Avaliação da incorporação de água exógena em suco de uva elaborado por diferentes processos**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul – RS, 2013.

MASON, T. J. A general introduction to sonochemistry. In: MASON, T. J. (Ed.). **Sonochemistry: the uses of ultrasound in chemistry**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1990. p.18.

MASON, T. J. Power ultrasound in food processing- the way forward. In: POVEY, M. J. W.; MASON, T. J. (Eds.). **Ultrasound in food processing**. London: Thomson Science, 1998.

MELLO, L. M. R. **Panorama da produção de uvas e vinhos no Brasil**. Embrapa Uva e Vinho, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1068670/panorama-da-producao-de-uvas-e-vinhos-no-brasil>>. Acesso em: 17 out. 2017.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2015**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2016. 4p. (Comunicado técnico, 191).

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2014**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2015. 6p. (Comunicado técnico, 175).

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2006**. Embrapa Uva e Vinho. p. 1-3, 2006. Artigo Técnico. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/>> Acesso em: 17 out. 2017.

MEZAROBA, M. E. P. C. **Extração de antocianina de casca de uva Isabel**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2001.

MINIM, V. P. R.; MILAGRES, M. P.; DA SILVA, R. C. S. N.; VASCONCELOS, C. M.; MARTINS, E. M. F.; SAMPAIO, S. C. Análise de risco na avaliação da influência da marca na aceitabilidade não sensorial de requeijão cremoso. **Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 387, p. 79-85, 2012.

MISSAGIA, S. V. **A influência dos valores alimentares e das atitudes no consumo de alimentos saudáveis**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2012.

MUÑOZ-ESPADA, A. C.; WOOD, K. V.; BORDELON, B.; WATKINS, B. A. Anthocyanin quantification and radical scavenging capacity of Concord, Norton, and Marechal Foch Grapes and wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 6779-6786, 2004.

NASCENTES, C. C.; KORN, M.; SOUSA, C. S.; ARRUDA, M. A. Z. Use of ultrasonic baths for analytical applications: a new approach of optimization conditions. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 12, n. 1, p. 57-63, 2001.

NATIVIDADE, M. M. P.; CORRÊA, L. C.; SOUZA, S. V. C.; PEREIRA, G. E.; LIMA, C. O. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665-674, 2013.

NOWSHEHRI, J. A.; BHAT, Z. A.; SHAH, M. Y. Blessings in disguise: Bio-functional benefits of grape seed extracts. **Food Research International**, v. 77, p. 333–348, 2015.

OIV – Organisation Internationale de la vigne et du vin. **OIV Vine and Wine Outlook 2012**. ISBN 979-10-91799-56-0 OIV - 18, rue d'Aguesseau – F 75008 Paris. Disponível em: < <http://www.oiv.int/public/medias/4524/oiv-vine-and-wine-outlook-2012-completfinal.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2017.

PASTRANA-BONILLA, E.; AKOH, C. C.; SELLAPPAN, S.; KREWER, G. Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n. 18, p. 5497–5503, 2003.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M. R. A viticultura brasileira: realidade e perspectivas. In: REGINA, M. A (Ed) **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: Epamig-FECD, 2002. p. 17 - 32.

RENAUD, S.; DE LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets, and french paradox for coronary heart disease. **Lancet**, v. 339, p. 1523-1526, 1992.

RIBEIRO, T. P. **Maturação, qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de uvas americanas e dos sucos elaborados no submédio do Vale do São Francisco**. 2011. 137 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró-RN, 2011.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de Uva**. Embrapa: Informação tecnológica. Brasília, 2007. 45p.

ROCHA, W. S.; LOPES, R.M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

ROMBALDI, V. C.; BERGAMASQUI, M.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.; SILVA, A. J. Produtividade e qualidade de uva, cv. Isabel, em dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 89-91, 2004.

SATO, A. J.; SILVA, B. J.; BERTOLUCCI, R.; CARRIERO, M.; GUIRAUD, M. C.; FONSECA, I. C. B.; ROBERTO, S. R. Ripening evolution and physico-chemical characteristics of 'Isabel' grape on different rootstocks in North of Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.11-20, 2009.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 36, p. 67-103, 1992.

SILVA, B. C. A. S. **Estudo das incertezas na medição de espessura por ultrassom em peças aeronáuticas**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica e Tecnologia de Materiais)-Centro Federal de Educação Tecnologia Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2012.

SILVA, J. K.; CAZARIN, C. B. B.; CORREA, L. C.; BATISTA, A. G.; FURLAN, C. P. B.; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA, G. E.; CAMARGO, A. C.; JUNIOR, M. R. M. Bioactive compounds of juices from two Brazilian grape cultivars. **Society of Chemical Industry**, v. 96, n. 6, p. 1990-1996, 2015.

SIRIWOHARN, T.; WROLSTAD, R. E.; FINN, C.; PEREIRA, C. B. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus L. Hybrids*) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.26, p. 8021–8030, 2004.

SLOVIC, P.; FINUCANE, M.L.; PETERS, E.; MACGREGOR, D.G. Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality. **Risk Analysis**, v.24, p.311-322, 2004.

SUN, A. Y.; SIMONYI, A.; SUN, G. Y.; The "French paradox" and beyond: neuroprotective effects of polyphenols. **Free Radical Biology Medical**, v.32, n.4, p.314-318, 2002.

TAO, Y.; SUN, D. Enhancement of food processes by ultrasound: a review. **Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 4, p. 570-594, 2015.

THIS, P.; LACOMBE, T.; THOMAS, M. R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. **Trends in Genetics**, v.22, n.9, p.511-519, 2006.

TOALDO, I. M.; FOGOLARI, O.; PIMENTEL, G. C.; GOIS, J. S.; BORGES, D. L. G.; CALIARI, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. Effect of grape seeds on the polyphenol bioactive content and elemental composition by ICP-MS of grape juices from *Vitis labrusca* L. **Food Science and Technology**, v. 53, p. 1-8, 2013.

VACCARI, N. F. S.; SOCCOL, M. C. H.; IDE, G. M. Compostos fenólicos em vinhos e seus efeitos antioxidantes na prevenção de doenças, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 1, p. 71-83, 2009.

VEILLET, S.; TOMAO, V.; CHEMAT, F. Ultrasound assisted maceration: an original procedure for direct aromatisation of olive oil with basil. **Food Chemistry**, v.123, n.3, p.905-911, 2010.

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

VILKHU, K.; MAWSON, R.; SIMONS, L.; BATES, D. Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry — A review. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 9, n. 2, p.161–169, 2008.

WENDLER, D. F. **Sistema de gestão ambiental aplicado a uma vinícola: um estudo de caso**. 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ZHOU, B., FENG, H., LUO, Y. Ultrasound enhanced sanitizer efficacy in reduction of *Escherichia coli* O157: H7 population on spinach leaves. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 6, p. 308-313, 2009.

## **CAPÍTULO I**

### **EFEITO DA SONICAÇÃO EM SUCO DE UVA ISABEL**

#### 4.1 RESUMO

FILGUEIRAS, Bruna Garcia Alves. **Efeito da sonicação em suco de uva Isabel**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Vieira de Carvalho. Coorientadoras: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Pollyanna Ibrahim Silva e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzana Maria Della Lucia.

A uva, cultivar Isabel, apresenta grande cultivo no Brasil devido a sua fácil adaptação às mudanças climáticas, além de possuir elevada produtividade e uma rusticidade relativa. Em relação aos aspectos nutricionais, o suco produzido possui elevado teor de substâncias fenólicas e os mesmos constituintes presentes na uva, ainda que em menor quantidade. Vários fatores podem interferir nas características químicas do suco, entre eles, o tipo de tratamento térmico empregado. A tecnologia de ultrassom surge como nova técnica de processamento que favorece a transferência de massa de compostos bioativos ao alimento submetido ao tratamento. Além disso, a cavitação provocada pelo ultrassom proporciona prejuízo nas membranas celulares de microrganismos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de suco de uva da cultivar Isabel submetido ao tratamento por ultrassom. Aplicou-se o ultrassom de sonda de 20 kHz, na potência de 90% em 3, 6, 9, 12 e 15 minutos. O ultrassom não modificou as características do suco com relação ao pH, acidez, sólidos solúveis, açúcar redutor, cinzas e turbidez. Com relação aos polifenóis, o suco sonicado por 15 minutos foi o tratamento que apresentou maior teor destes compostos, sendo similar ao resultado encontrado no tratamento térmico à 85 °C por 15 minutos. Este mesmo tratamento de ultrassom foi efetivo na redução na população de mesófilos, fungos e leveduras. Portanto, o ultrassom aplicado por 15 minutos foi um tratamento eficiente por manter as características físico-químicas do suco, aumentar o teor dos compostos bioativos e ser efetivo na conservação do produto.

**Palavras-chave:** ultrassom, polifenóis, compostos bioativos.

## 4.2 INTRODUÇÃO

A produção de uvas no Brasil cresceu e se consolidou nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, com grande importância socioeconômica, pois além da fruta “in natura”, a elaboração de produtos derivados da uva, a exemplo o suco, proporcionou aos produtores uma alternativa diferenciada de processamento (DEBASTIANI, et al., 2015). Pela legislação, é necessário que o suco tenha em sua composição teor de sólidos solúveis de 14 °Brix, acidez total máxima de 0,90 g.100 g<sup>-1</sup> em ácido tartárico e açúcares totais máximos de 20,0 g.100 g<sup>-1</sup> (BRASIL, 2004).

Para elaborar sucos de uvas, pode-se usar qualquer variedade de uva, uma vez que tenha atingido maturação adequada e apresente bom estado sanitário. No Brasil, a elaboração de suco é realizada principalmente com uvas *Vitis labrusca*, conhecidas como americanas, e híbridas tintas, sendo as uvas Concord, Bordô e Isabel as variedades mais cultivadas (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998; DEBASTIANI, et al., 2015). Em relação à cultivar Isabel, seu grande cultivo é devido à fácil adaptação às mudanças climáticas, por possuir elevada produtividade e uma rusticidade relativa (ROMBALDI et al.,2004).

Em aspectos nutricionais, o suco possui, ainda que em menor quantidade, os mesmos constituintes presentes na uva, tais como: açúcares, minerais, vitaminas, ácidos, além de elevado teor de substâncias fenólicas, o que torna o suco de uva uma importante fonte de antioxidantes naturais, uma vez que agem como protetores nutricionais e na prevenção de desordens crônicas (FALCÃO et al., 2007; RIZZON; MENEGUZZO, 2007). Vale ressaltar que as antocianinas presentes são responsáveis pela cor do suco, as quais podem sofrer transformações e degradações durante o processamento e armazenamento do produto (RIVAS et al., 2006).

Vários fatores podem interferir nos constituintes dos sucos, a saber, o tipo de cultivar, condições de cultivo, o método empregado na extração do suco e as condições de armazenamento. No processamento do suco um fator importante é o tratamento térmico empregado na produção de suco, que pode afetar as propriedades sensoriais do produto e que facilmente degrada os compostos bioativos, afetando negativamente as propriedades sensoriais e nutricionais. Assim, todos esses aspectos são determinantes na qualidade do suco processado.

Novas técnicas surgiram no processamento de alimentos e têm amplamente atraído atenções. O ultrassom é uma dessas novas tecnologias não térmicas, que consiste em uma propagação de ondas, que induz ciclos de ondas de alta pressão (compressão) e de baixa pressão (rarefação) nas moléculas do meio líquido. Ocorre assim a formação de bolhas dispersas em todo o líquido, que crescem continuamente e atingem uma condição instável ao ponto de entrar em colapso. Este processo de criação, expansão e colapso de microbolhas em líquidos tratados por ultrassom é conhecido como cavitação (PATIST; BATES, 2008).

As mudanças de pressão e temperatura provocadas a partir dessas implosões acarretam na ruptura e desgaste das membranas celulares e rupturas de células, permitindo uma maior penetração de solvente na matriz e aumentando a transferência de massa de compostos alvo para o meio (FALCÃO et al., 2007). Além do mais, essa cavitação gera um comprometimento das membranas celulares de microrganismos, em decorrência da alta pressão gerada no meio devido ao colapso das bolhas (TEÓFILO et al., 2011).

### **4.3 OBJETIVO**

O objetivo deste capítulo foi avaliar o efeito da aplicação da tecnologia de ultrassom em suco de uva, cultivar Isabel, nas características físico-químicas, principalmente quantificar os compostos bioativos, assim como verificar o efeito do ultrassom na redução da população de mesófilos totais, bolores e leveduras.

#### **4.4. MATERIAL E MÉTODOS**

As uvas, da variedade Isabel, foram adquiridas de um produtor de vinho no município de Venda Nova do Imigrante, região Serrana do estado do Espírito Santo, colhidas no dia 20 de fevereiro de 2016 pela manhã e transportadas até o Laboratório de Técnica e Dietética do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, onde passaram por processos de seleção, limpeza em água corrente, separação das bagas (desengaço), pesagem e armazenadas sob congelamento em embalagens de polietileno contendo 1 kg de uva cada até sua utilização.

O experimento ocorreu nos laboratórios de Técnica e Dietética, Tecnologia de Produtos Agrícolas, Microbiologia de Alimentos, Química de Alimentos e Análise Sensorial da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre, ES.

##### **4.4.1 Extração do suco de uva**

Para a produção dos sucos, as uvas foram descongeladas sob refrigeração, sanitizadas com ácido peracético (Nippo-Lat 2000 AP, Nippon Chemical, Brasil) cedido pela própria instituição de pesquisa, e usado na concentração de 80 mg.L<sup>-1</sup> durante 5 minutos. Logo após, foram retiradas a maioria das sementes e as bagas com casca e polpa processadas em liquidificador doméstico da marca Britânia, na velocidade 1 por 1 minuto, antes de proceder os respectivos tratamentos e filtração final.

##### **4.4.2 Aplicação dos tratamentos**

Após a extração do suco de uva, as amostras foram submetidas a sete diferentes tratamentos (Tabela 1), sendo um tratamento controle (suco natural) e outro tratamento térmico (pasteurização 85 °C /15 min em banho Maria) (RIZZON, MENEGUZZO, 2007). Os demais tratamentos consistiram de sucos submetidos a aplicação do ultrassom de sonda (sonicador tipo Desruptor, marca Untronique modelo QR500 de 20 kHz de frequência e 500 W de potência, com macroponta com 25,4 mm de diâmetro).

As amostras de suco foram distribuídas em alíquotas de 200 mL em béquer plástico de 250 mL, e em seguida era imersa a haste metálica contendo a macroponta

a 0,5 cm dentro da solução para aplicação do ultrassom. O tratamento foi realizado em cinco diferentes tempos (3, 6, 9, 12 e 15 min), baseados na literatura e em testes preliminares. A potência foi fixada em 90%, de acordo com testes preliminares baseados na quantificação de compostos fenólicos de amostras submetidas a diferentes potências (60%, 70%, 90% por 10 minutos), correspondendo a densidades de potência de 1000 a 5000 W.L<sup>-1</sup> em temperatura ambiente.

Tabela 1 – Codificação das amostras de suco de uva e tratamentos aplicados.

<b>Tratamento</b>	<b>Ultrassom</b>	<b>Tempo (min)</b>	<b>Temperatura Inicial (° C)</b>
NAT	-	-	20° C
US3	20 kHz	3	20° C
US6	20 kHz	6	20° C
US9	20 kHz	9	20° C
US12	20 kHz	12	20° C
US15	20 kHz	15	20° C
TT	-	15	20° C

NAT: suco sem tratamento (controle); US: tratamento com ultrassom nos tempos de 3, 6, 9, 12 e 15 minutos; TT: tratamento térmico (85°C/15 minutos).

Baseados nos valores dos testes preliminares, a etapa de filtração do suco, para eliminar todas as cascas ou sementes remanescentes, ocorreu após a aplicação de todos os tratamentos. Todas as etapas de extração, aplicação dos tratamentos e filtração aconteceram ao abrigo de luz, e todas as amostras foram analisadas conforme descrito a seguir.

#### **4.4.3 Análises físico-químicas do suco de uva**

##### **4.4.3.1 Teor de sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta em um refratômetro de bancada digital ATAGO® (modelo: DRA1). Os resultados foram expressos em °Brix, de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### 4.4.3.2 Determinação do pH

Foram medidos 10 mL de suco de uva e adicionados 100 mL de água destilada. O pH foi determinado pelo método eletrométrico utilizando um pHmetro de bancada (modelo mPA-210, marca TecnoPON) (IAL, 2008).

#### 4.4.3.3 Teor de cinzas

Para determinar as cinzas, pesou-se 5 mL da amostra em cadinhos de porcelana secos e pesados. Os cadinhos foram levados ao banho-maria para evaporação da amostra, seguido da incineração em forno mufla a uma temperatura de 550 °C por um período de 4 horas, com posterior resfriamento e verificação do peso final. As cinzas foram determinadas e expressas em porcentagem (%) (IAL, 2008).

#### 4.4.3.4 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Foram medidos 10 mL de suco de uva e adicionados 100 mL de água destilada e titulada com NaOH (0,1 M). Devido à coloração do suco da uva impossibilitar a visualização do ponto de viragem com auxílio da solução indicadora fenolftaleína, a análise contou com o auxílio de pHmetro até a solução obter pH 8,2. Os resultados foram calculados seguindo a Equação 1 e expressos em porcentagem de ácido tartárico (IAL, 2008).

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n} \quad (\text{Equação 1})$$

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

P = volume da amostra pipetada em mL

PM = peso molecular do ácido tartárico em g

n = número de hidrogênios ionizáveis

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

#### 4.4.3.5 Cor

A análise de cor foi realizada com o auxílio de um colorímetro da marca Konica-Minolta (modelo: CM-5) em sistema tridimensional  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , em que a coordenada  $L^*$  indica luminosidade, variando do preto = (0) ao branco = (100),  $a^*$  consiste no eixo que varia do vermelho (+a) ao verde (-a), e  $b^*$  que varia do amarelo (+b) ao azul (-b) (CANER; ADAY, 2009). Foram ainda calculados os ângulos de tonalidade cromática (h), a saturação de cor ( $C^*$ ) e a diferença global de cor ( $\Delta E$ ) de acordo com as Equações 2, 3 e 4.

$$h^* = \arctan (b^*/a^*) \quad (\text{Equação 2})$$

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (\text{Equação 3})$$

#### 4.4.3.6 Açúcares redutores totais

A determinação dos açúcares redutores totais foi realizada por análise espectrofotométrica segundo a metodologia de MILLER (1959), na qual o ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) é reduzido, alterando a cor do meio de reação (VASCONCELOS; PINTO; ARAGÃO, 2013). Em tubos de ensaio foram adicionados 1 mL da amostra e 1 mL do reativo DNS, agitados vigorosamente e levados ao aquecimento em banho maria a 100 °C por 5 minutos. Em seguida foram resfriadas em banho de gelo durante 5 minutos. Por fim, as amostras foram adicionadas de 10 mL de água destilada, homogeneizadas e realizada a leitura da intensidade da cor em espectrofotômetro a 540 nm.

#### 4.4.3.7 Turbidez

A determinação da turbidez das amostras ocorreu por leitura direta em turbidímetro digital microprocessado modelo (TD-300) previamente calibrado com padrões NIST de turbidez em Unidades Nefelométricas.

#### 4.4.3.8 Determinação de Antocianinas

A quantificação das antocianinas foi realizada pelo método de pH diferencial segundo Giusti; Wrolstad (2003). As amostras dos tratamentos foram centrifugadas a

5500 rpm, 20 °C, durante 20 minutos. O sobrenadante foi recolhido e diluído em solução tampão de acetato de sódio 0,4 M (pH 4,5) e de cloreto de potássio 0,025 M (pH 1,0), seguido de repouso por 15 minutos ao abrigo de luz. Logo após foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro (modelo Bel Photonics 2000 UV) nos comprimentos de onda de 510 e 700 nm. Os resultados foram expressos em mg de cianidina-3-glicosídeo.L<sup>-1</sup> da fração da amostra analisada, calculando-se o teor de antocianinas utilizando as equações 5 e 6, considerando a massa molar de 449,2 g.mol<sup>-1</sup> e coeficiente de absorvidade molar de 26900 L<sup>-1</sup>. cm<sup>-1</sup>. mol<sup>-1</sup>.

$$A = (A_{\lambda \text{ vis-max}} - A_{700})_{\text{pH}1,0} - (A_{\lambda \text{ vis-max}} - A_{700})_{\text{pH}4,5} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

A= absorbância da amostra

A<sub>λ vis-max</sub> = absorbância a 510 nm

A<sub>700</sub> = absorbância a 700 nm

$$\text{Antocianinas mg.L}^{-1} = \frac{A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 100}{\epsilon \times l} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

A= absorbância da amostra

MW = massa molar da antocianina

DF= fator de diluição da amostra

ε = absorvidade molar

#### 4.4.3.9 Análise de Compostos fenólicos

A determinação de polifenóis foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, segundo o método espectrofotométrico de Singleton; Rossi (1965) adaptado.

Uma alíquota de 12 mL das amostras foi centrifugada a 5500 rpm, 20 °C, durante 20 minutos. O sobrenadante foi recolhido e utilizado para quantificação de polifenóis.

As amostras referentes aos tratamentos controle e pasteurizado foram diluídas (0,8:10 v/v) em etanol 70% e seguiram para a quantificação dos polifenóis. Os tratamentos submetidos ao ultrassom passaram pela mesma diluição, porém

utilizando a água destilada, uma vez que o ultrassom age como meio de extração para os compostos fenólicos (GONZÁLEZ-CENTENO, 2015).

A determinação dos polifenóis totais consistiu na adição de 0,6 mL das amostras diluídas em tubos de ensaio adicionados de 3,0 mL de reagente Folin-Ciocalteu (1:10; v/v) e agitados vigorosamente. Após 3 minutos de repouso ao abrigo da luz foram acrescentados 2,4 mL de solução saturada de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (7,5%; m/v) e agitados vigorosamente. Passados 60 minutos de repouso em ausência de luz, a leitura da absorbância foi realizada a 760 nm em espectrofotômetro. A quantificação foi baseada no estabelecimento de uma curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em ácido gálico equivalente (mg AGE /L).

#### **4.4.3.10 Determinação da capacidade antioxidante (ABTS e DPPH)**

A determinação da atividade antioxidante seguiu o método de ensaio do radical ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfônico), segundo metodologia proposta por Re et al., (1999). Todos os tratamentos foram diluídos em etanol 80% na proporção (0,8/10 v/v) e centrifugados a 5500 rpm, 20 °C, durante 20 minutos. O sobrenadante foi recolhido e utilizado para quantificação de antioxidantes.

Para a formação do radical  $\text{ABTS}^{\bullet+}$ , uma solução aquosa de ABTS (7 mM) foi adicionada a uma solução de persulfato de potássio (2,45 mM), em proporções iguais e mantido no escuro sob refrigeração por 16 horas. Após esse tempo sua absorbância foi corrigida para 0,70 a 734 nm com adição de etanol 80%, utilizando espectrofotômetro. Em um tubo de ensaio foram adicionados 3,5 mL da solução radical  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  e 0,5 mL de cada amostra previamente preparada e diluída, seguida da homogeneização em vórtex. Após 6 minutos de reação na ausência de luz, a leitura espectrofotométrica foi realizada a 734 nm. A quantificação foi baseada no estabelecimento de uma curva padrão de Trolox e os resultados expressos como capacidade antioxidante equivalente ao Trolox por 100 mL de amostra ( $\mu\text{mols Trolox}/100 \text{ mL}$ ).

A análise que consistiu no ensaio com o reagente DPPH (2,2-difenil-2-picryl-didrazil) seguiu as metodologias de Oliveira (2011) e Pukalskas et al., (2002), em que se preparou uma solução etanólica de DPPH (0,1 mM), com ajuste da absorbância no comprimento de onda de 517 nm com etanol, para padronização da solução controle, antes de adicionar a amostra. Com relação aos tratamentos, todos foram diluídos em

álcool P.A. (3:10 v/v), centrifugados a 5500 rpm, 20 °C por 20 minutos. O sobrenadante foi recuperado para determinar a atividade antioxidante.

Preparado o radical DPPH, foi transferida uma alíquota (0,1 mL) de cada amostra para tubos de ensaio, com adição de solução etanólica de DPPH 0,1 mM (1,0 mL), agitadas vigorosamente e após 60 minutos de repouso na ausência da luz, foi realizada a leitura da absorbância a 517 nm, assim como também foi realizada a leitura do branco. O tempo de reação foi estabelecido mediante testes. Os resultados foram expressos em porcentagem de sequestro de radicais livres (%SRL) e calculados utilizando a equação 7.

$$\%SRL = 100 - [(A_A - A_B) / A_C] \times 100 \quad (\text{Equação 6})$$

Em que:

$A_A$  = absorbância da amostra

$A_B$  = absorbância do solvente de extração (etanol)

$A_C$  = absorbância do controle (solução etanólica de DPPH)

#### **4.4.4 Análises microbiológicas**

Para realização das análises microbiológicas, a extração do suco foi semelhante ao descrito do item 2.1, no entanto, as uvas não foram submetidas à sanitização com ácido peracético, uma vez que um dos objetivos desta etapa foi avaliar a ação do ultrassom na inativação dos microrganismos.

##### **4.4.4.1 Mesófilos totais**

A contagem de mesófilos totais foi realizada utilizando metodologia proposta por Swanson; Petran; Hanlin (2001). Foram retiradas de todas as amostras alíquotas de 1 mL e diluídas 5 vezes em água peptonada 0,1% (m/v). Em seguida, foi depositado em placa de Petri 1 mL de cada diluição utilizando a técnica Pour Plate, em meio de cultura ágar para contagem padrão (PCA). As amostras foram incubadas em estufas bacteriológicas B.O.D. a 35 °C por 48 horas e em seguida ocorreu a contagem das unidades formadoras de colônia (UFC.mL<sup>-1</sup>).

#### **4.4.4.2 Bolores e leveduras**

A contagem de bolores e leveduras foi realizada de acordo com metodologia descrita por Swanson; Petran; Hanlin (2001). Foram retiradas de todas as amostras alíquotas de 1 mL e diluídas 5 vezes em água peptonada 0,1% (m/v). Em seguida, foi depositado em placa de Petri 0,1 mL de cada diluição utilizando a técnica Spread Plate, em meio de cultura ágar batata dextrose (BDA). As amostras foram incubadas em estufas bacteriológicas B.O.D. a 25 °C por 7 dias e seguida da contagem das unidades formadoras de colônia (UFC.mL<sup>-1</sup>).

#### **4.4.5 Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições para cada tratamento e cada análise realizada em duplicata. Para avaliar cada análise físico-química e microbiológica, os dados dos tratamentos convencional, pasteurizado e com ultrassom em diferentes tempos foram submetidos a análise de variância univariada (ANOVA). O teste de Tukey foi utilizado quando a ANOVA apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos. Todas as análises utilizaram o nível de 5% de probabilidade e o programa estatístico utilizado para realizar as análises estatísticas foi o software R, (R Core Team, 2017).

### **4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.5.1 Análises físico-químicas**

Os resultados encontrados no estudo para o teor de sólidos solúveis, pH, acidez, açúcar redutor e cinzas para as amostras dos sucos de uvas submetidas aos tratamentos, estão apresentados na Tabela 2. Para as três análises, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 2 – Efeito dos tratamentos aplicados ao suco de uva no teor de sólidos solúveis, pH, acidez, açúcar redutor e cinzas.

Tratamentos	Sólidos Solúveis <sup>ns</sup> (°Brix)	pH <sup>ns</sup>	Acidez <sup>ns</sup> (%)	Açúcar redutor <sup>ns</sup> (%)	Cinzas <sup>ns</sup> (%)
NAT	13,4 ± 0,91	3,45 ± 0,03	0,88 ± 0,01	9,65 ± 2,50	0,50 ± 0,07
US3	12,3 ± 0,73	3,49 ± 0,01	0,92 ± 0,02	11,04 ± 1,15	0,40 ± 0,74
US6	13,0 ± 0,78	3,45 ± 0,05	0,91 ± 0,14	12,26 ± 1,52	0,48 ± 0,10
US9	12,8 ± 0,74	3,48 ± 0,01	0,95 ± 0,15	10,52 ± 1,85	0,42 ± 0,10
US12	13,0 ± 1,01	3,47 ± 0,01	0,94 ± 0,07	10,48 ± 1,54	0,52 ± 0,11
US15	13,3 ± 0,65	3,51 ± 0,01	0,98 ± 0,15	11,76 ± 1,39	0,79 ± 0,25
TT	12,8 ± 2,52	3,49 ± 0,04	0,98 ± 0,16	9,43 ± 3,34	0,49 ± 0,23

NAT: suco sem tratamento (controle); US: tratamento com ultrassom nos tempos de 3, 6, 9, 12, 15 minutos; TT: tratamento térmico (85°C/15 minutos).

<sup>ns</sup>: não significativo ( $p > 0.05$ ) Os valores de sólidos solúveis totais variaram de 12,3 °Brix a 13,4°Brix, abaixo dos valores da Legislação Brasileira, na qual estabelece o mínimo de 14 °Brix (BRASIL, 2004). Comarella et al. (2012), em seus estudos, encontraram valores de 10,1 a 13,0 °Brix, abaixo também do que preconiza a Legislação. Tais resultados podem ter ocorrido, possivelmente, pela interferência do ultrassom no metabolismo da uva, fazendo com que ocorra uma menor decomposição dos componentes da parede celular, como também pode ter ocasionado a inativação de enzimas que atuam na decomposição de ácidos orgânicos em açúcares (SÃO JOSÉ et al., 2014). Rizzon; Link (2006) também encontraram baixos valores para sólidos solúveis totais (12,2 °Brix a 13,1 °Brix), decorrentes do tipo de equipamento utilizado na elaboração dos sucos de uva.

Todos os tratamentos não apresentaram diferenças entre si ( $p > 0,05$ ) para valores de pH (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Hasan e colaboradores (2014) para suco de uva produzido com uvas sonicadas, que ficou na faixa de pH entre 3,02 e 3,66. Por sua vez, o valor de pH para sucos de uvas por produção convencional ficou na faixa entre 3,18 e 3,50 (SANTANA et al., 2008), semelhantes aos sucos de uva tratados por ultrassom, o que demonstra que esta tecnologia não afetou o pH. Apesar de não ser um parâmetro exigido pela legislação brasileira, o pH é um dado importante de ser avaliado, uma vez que altos valores de

pH proporcionam indesejável crescimento de microrganismo e podem afetar a estabilidade da cor. Vale ressaltar que a variabilidade genética das diferentes cultivares utilizadas no processamento de suco e, ou o processamento empregado podem também influenciar nos valores de pH (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO, 1998; AMARAL; CABRA; POGGERELL, 2010).

A acidez titulável dos sucos de uva analisados variou de 0,88 a 0,98 g de ácido tartárico.100 mL<sup>-1</sup> de suco, não apresentando diferença estatística entre os tratamentos ( $p>0,05$ ) e estando dentro dos valores determinados pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2004). Comarella e colaboradores (2012) estudaram a aplicação de ultrassom em uvas da cultivar Isabel e encontraram, para acidez titulável, valores na faixa de 0,76 a 0,83 g de ácido tartárico.100 mL<sup>-1</sup> de suco, resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Lima et al. (2014), por sua vez, investigaram sucos de uva da cultivar Isabel Precoce e *blend* da cultivar Isabel Precoce e BRS Cora e encontraram resultados similares aos apresentados. De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), a presença de ácidos orgânicos como o ácido tartárico nos vacúolos das células contribui não somente para a acidez como também para o aroma característico das frutas. Pelos resultados, percebe-se que o tratamento com ultrassom não provocou alterações no teor dos ácidos presentes na uva.

Os resultados representados na Tabela 2, mostram que não houve diferença estatística entre os tratamentos para cinzas ( $p>0,05$ ). Os valores encontrados (0,40% a 0,79%) foram superiores aos resultados observados por Santana e colaboradores (2008) (0,22% a 0,39%) em suco de uva integral. É importante observar que a composição das cinzas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos e seus valores podem variar de acordo com o tipo de clima, natureza do solo e, ou manejo do cultivo (RIZZON; MIELE, MENEGUZZO, 2000).

Os valores para açúcar redutor dos sucos de uva não variaram significativamente entre as amostras ( $p>0,05$ ), mostrando valores de 9,43% a 12,26%. Estes resultados são semelhantes ao teor médio de açúcar redutor (12,86%) do suco de uva da cultivar Isabel Precoce observado por Natividade (2010). É importante destacar que açúcares redutores tratam-se da glicose e outros açúcares que possuem carbonila livre ou potencialmente livre, capaz de reduzir íons férricos ou cúpricos (BOBBIO; BOBBIO, 2003). De acordo com Rizzon; Mielle (1995), os açúcares redutores são os que mais contribuem para os níveis de açúcar total, uma vez que

sucos integrais não devem ter adição de açúcar. O conteúdo dos açúcares difere conforme a variedade da fruta e se acumula nas bagas decorrentes do total de horas expostas ao sol.

Os resultados encontrados de turbidez para as amostras dos sucos de uvas submetidas aos tratamentos, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Efeito dos tratamentos aplicados ao suco de uva para turbidez.

Tratamentos	Turbidez (NTU) <sup>ns</sup>
NAT	1066,5 ± 114,89
US3	927,0 ± 40,15
US6	961,5 ± 143,91
US9	919,5 ± 170,57
US12	954,5 ± 153,98
US15	709,0 ± 148,35
TT	967,0 ± 219,40

NAT: suco sem tratamento (controle); US: tratamento com ultrassom nos tempos de 3, 6, 9, 12, 15 minutos; TT: tratamento térmico (85°C/15 minutos). <sup>ns</sup>: não significativo ( $p > 0,05$ ).

A turbidez em sucos é uma característica que ocorre devido à presença de substâncias em suspensão, tais como amido, celulose, lipídios e principalmente pectinas que resultam num suco menos límpido (CAMPOS et al., 2013). Conforme observado na Tabela 3, os resultados obtidos para todos os tratamentos em relação à turbidez não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ), estando na faixa de 709,0 a 1066,5 NTU. É importante ressaltar que os altos valores encontrados podem ser justificados pela ausência de métodos convencionais de separação (centrifugação, filtração, evaporação) durante o processamento dos sucos do presente estudo. Como por exemplo, Lima et al., (2014), em estudo com sucos de uva produzidos em nível industrial por diferentes processos de maceração e tratamento enzimático, encontraram valores de turbidez de 84 a 147 NTU, muito inferiores aos do presente trabalho. Essas etapas de filtração, maceração e tratamento enzimático influenciam na clarificação dos sucos (CAMPOS et al., 2013; LIMA et al., 2014).

Os resultados apresentados na Tabela 4 demonstram que os tratamentos com ultrassom afetaram de forma significativa ( $p \leq 0,05$ ) a concentração de polifenóis do suco de uva da cultivar Isabel. É possível observar que os tratamentos com maiores valores para os compostos fenólicos foram o suco pasteurizado e o suco sonificado por

15 min. Ambos não apresentaram diferença entre si ( $p > 0,05$ ) e a elevação no teor de polifenóis das amostras chegou a atingir valores de até 104,78% superiores quando comparadas à amostra controle.

Tabela 4 – Efeito dos tratamentos aplicados ao suco de uva no teor de compostos fenólicos, antocianinas, atividades antioxidante ABTS e DPPH.

Tratamentos	Fenólicos mg.L <sup>-1</sup>	Antocianinas mg.L <sup>-1</sup>	ABTS mmol.mL <sup>-1</sup>	DPPH %SRL
NAT	430,53 ± 10,84 <sup>e</sup>	75,90 ± 12,88 <sup>d</sup>	2,18 ± 0,22 <sup>c</sup>	59,14 ± 11,76 <sup>b</sup>
US3	601,89 ± 32,08 <sup>d</sup>	97,90 ± 20,65 <sup>cd</sup>	2,82 ± 0,40 <sup>bc</sup>	70,73 ± 12,82 <sup>ab</sup>
US6	639,05 ± 38,64 <sup>cd</sup>	122,20 ± 20,71 <sup>bcd</sup>	3,18 ± 0,85 <sup>bc</sup>	75,33 ± 13,16 <sup>ab</sup>
US9	732,48 ± 37,50 <sup>bc</sup>	134,40 ± 13,62 <sup>bcd</sup>	4,26 ± 0,71 <sup>bc</sup>	82,24 ± 7,56 <sup>ab</sup>
US12	759,36 ± 23,82 <sup>b</sup>	161,10 ± 22,62 <sup>bc</sup>	4,58 ± 0,86 <sup>bc</sup>	87,13 ± 3,99 <sup>a</sup>
US15	908,02 ± 23,20 <sup>a</sup>	186,50 ± 37,01 <sup>ab</sup>	5,34 ± 1,25 <sup>ab</sup>	91,16 ± 1,81 <sup>a</sup>
TT	984,03 ± 62,37 <sup>a</sup>	241,70 ± 40,90 <sup>a</sup>	7,81 ± 1,51 <sup>a</sup>	90,03 ± 2,74 <sup>a</sup>

NAT: suco sem tratamento (controle); US: tratamento com ultrassom nos tempos de 3, 6, 9, 12 e 15 minutos; TT: tratamento térmico (85°C/15 minutos).

As médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As diferenças nas concentrações dos polifenóis nos sucos de uva são determinadas por vários fatores, desde as condições climáticas, técnicas de cultivo e variedade de uva até os tipos de processamentos empregados durante sua produção. Troian e colaboradores (2016), em estudos com suco de uva integral, determinaram o conteúdo de compostos fenólicos por meio de uma diferente metodologia e seus resultados mostraram uma faixa de 66,71 a 107,95 mg em equivalente de ácido gálico. L<sup>-1</sup>, bem inferiores aos do presente estudo.

Por outro lado, os resultados encontrados por Silva et al. (2010) foram superiores, em uma faixa de 706,4 a 1915,00 mg em equivalente de ácido gálico. L<sup>-1</sup> para suco de uva integral das variedades *Syrah* e *Carbernet*.

Comarella e colaboradores (2012) aplicaram ultrassom em sucos de uva da cultivar Isabel e seus resultados para compostos fenólicos se assemelham ao do presente estudo. A amostra que também foi submetida por maior tempo ao ultrassom foi a mesma que obteve maiores valores para polifenóis. Percebe-se que em ambos trabalhos os resultados são dependentes da dose de US aplicada.

O efeito do ultrassom sobre o conteúdo de compostos fenólicos observados nos sucos de uva do presente estudo pode ser explicado pela indução de respostas de defesa celular da fruta em decorrência do estresse mecânico causado pela propagação das ondas ultrassônicas. Com a propagação das ondas e o processo de cavitação acústica, foi possível estimular a síntese de metabólitos secundários como os polifenóis (CHEMAT et al., 2017).

Como apresentado na Tabela 4, os sucos sonicados por 3, 6 e 9 minutos não diferiram do controle ( $p > 0,05$ ) para o conteúdo de antocianinas. Por outro lado, os sucos sonicados por 12 e 15 minutos foram estatisticamente diferentes do controle ( $p \leq 0,05$ ), apresentando um aumento no teor de antocianinas, atingindo valores até 145,71% superiores em relação ao controle, e apenas o suco sonificado por 15 minutos não diferiu do suco pasteurizado ( $p > 0,05$ ) para esta avaliação. Em um estudo envolvendo suco de uvas tintas, a concentração média para antocianinas foi de 28,70 mg.L<sup>-1</sup>, valor inferior ao presente trabalho (MALACRIDA; MOTTA, 2005).

É possível observar que a tecnologia de US exerceu influência sobre o teor de antocianina, assim como os resultados parecem estar na dependência do tempo de aplicação do ultrassom, sendo o maior teor de antocianina encontrado no suco submetido ao ultrassom por tempo mais longo (HASAN et al., 2014). De igual modo, Comarella (2012), em seu estudo envolvendo suco de uva da cultivar Isabel, verificou maiores valores de antocianinas para as amostras de sucos com uvas sonicadas por maior tempo.

As antocianinas, além de proporcionar benefícios fisiológicos devido a sua capacidade antioxidante, são também os principais pigmentos responsáveis pela cor, atributo importante relacionado ao apelo visual e qualidade do produto. No Brasil, as principais variedades empregadas na produção de suco são Concord, Bordô, Jacquez e Isabel. Esta última variedade não é a mais rica em pigmentos antociânicos, necessitando durante a produção do suco o acréscimo de outras variedades tintureiras para correção de cor.

Em relação à capacidade antioxidante (Tabela 4), observou-se que os níveis das amostras variaram de 2,18 a 7,81 mMols equivalente de Trolox.mL<sup>-1</sup> de suco. É possível notar que as cinco amostras submetidas ao US não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Em relação à amostra controle, os sucos que

diferiram foram o pasteurizado e sonicado por 15 minutos, sendo este último a única amostra que não diferiu do tratamento de pasteurização.

O tempo gasto no processamento do suco e a temperatura atuaram de forma positiva sobre o teor de antioxidantes, visto que os maiores valores encontrados neste estudo foram do suco pasteurizado e do suco sonicado por 15 minutos, os quais também apresentaram maiores valores de composto fenólicos, estabelecendo uma relação. Aquelas amostras que exibiram menor potencial antioxidante também tinham menor teor de polifenóis. Natividade (2010) no estudo envolvendo o suco de uva da cultivar Isabel Precose, correlacionou o teor de polifenóis com a sua atividade antioxidante. Um resultado obtido por Toaldo e colaboradores (2013) demonstrou de forma semelhante o potencial antioxidante em sucos de uva da variedade *Vitis labrusca*.

Pinto (2013), ao aplicar radiação UV em sucos de uvas (*Vitis labrusca*, cv. Concord), verificou que aquelas uvas submetidas à radiação apresentaram atividade antioxidante maior do que aquelas não tratadas. Dalagnol et al. (2017), ao testarem diferentes protocolos de extração de compostos bioativos em *Vitis vinífera*, à 50 °C por 15 minutos, verificaram que o mosto tratado com ultrassom e enzima aumentaram em 21,2% a atividade antioxidante.

Apesar de termosensíveis, os compostos bioativos nem sempre são eliminados. De acordo com Vedana (2008), durante a produção do suco, o calor aplicado promove a destruição de alguns polifenóis e antocianinas, entretanto, pode aumentar a biodisponibilidade de outros compostos que possuem atividade antioxidante devido à alta temperatura e descontinuidade do tecido.

Outra hipótese para o aumento da capacidade antioxidante é que esta pode ter sido favorecida pela trituração de algumas sementes durante o processamento do suco. Sabe-se que a semente de uva é uma matriz complexa que consiste em 40% de fibra, possui óleo, açúcares, proteínas, sais minerais, além de 7% de fenóis e taninos complexos (NOWSHEHRI; BHAT; SHAH, 2015).

Ainda observando os valores na Tabela 4, para análise de DPPH, não houve diferença significativa entre o suco pasteurizado e os sonicados para os cinco tempos diferentes ( $p > 0,05$ ). Entretanto, quando comparados ao tratamento controle, os sucos sonicados a 3, 6 e 9 minutos foram também significativamente semelhantes ao tratamento controle ( $p > 0,05$ ). A capacidade antioxidante encontrada por Vargas;

Hoelzel; Rosa (2008) para sucos de uvas tintas e brancas compreendeu-se entre os valores 42% e 114% SLR (sequestro de radicais livres), sendo os menores valores referentes à atividade antioxidante de sucos de uvas brancas. Boas et al. (2016), trabalhando com sucos de uva e *blends*, encontraram menor %SRL para a cultivar Isabel Precose quando comparada com cultivares mais tintureiras, como a BRS Violeta.

Tanto neste trabalho como nos acima citados é demonstrado que sucos produzidos com cultivares tintas, assim como a cultivar Isabel, apresentam maior atividade antioxidante. Segundo Dávalos; Bartolomé; Gómez-Cordovés (2005), a maior atividade antioxidante de sucos de uvas tintas pode ser atribuída não somente ao valor de antocianinas, como também ao maior teor de fenólicos.

Para a análise de cor (Tabela 5), a coordenada  $b^*$ , responsável pela cor amarelo/azul, apontou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos. Os sucos tratados por ultrassom a 6, 9, 12 e 15 minutos e o suco pasteurizado apresentaram maior tendência para coloração azul, e estes não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ). Sabe-se que a presença das antocianinas é a maior responsável pela cor, inclusive para as cores azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho presentes em frutos e flores. Na videira elas estão acumuladas nas folhas durante a senescência e atribuem coloração a cascas das uvas tintas, assim como nas polpas de algumas variedades (RENAUD; DE LORGERIL, 1992). Portanto, a cor externa da uva e o perfil antociânico estão intimamente ligados.

Tabela 5 - Efeito dos tratamentos aplicados no suco de uva para cor

Tratamentos	L*	a*	b*	C*	h
NAT	18,21 ± 0,22	13,75 ± 0,83	0,24 ± 0,17 <sup>a</sup>	13,75 ± 0,84	0,97 ± 0,61 <sup>b</sup>
US3	18,66 ± 1,22	14,48 ± 0,68	0,19 ± 0,21 <sup>ab</sup>	14,48 ± 0,67	60,72 ± 103,21 <sup>b</sup>
US6	18,05 ± 1,46	13,27 ± 1,21	-0,23 ± 0,25 <sup>abc</sup>	13,28 ± 1,21	298,97 ± 103,06 <sup>a</sup>
US9	18,69 ± 0,99	12,94 ± 1,31	-0,47 ± 0,30 <sup>bc</sup>	12,96 ± 1,30	357,91 ± 1,40 <sup>a</sup>
US12	18,60 ± 1,07	13,88 ± 0,80	-0,70 ± 0,09 <sup>c</sup>	13,90 ± 0,80	357,10 ± 0,20 <sup>a</sup>
US15	18,02 ± 1,28	15,09 ± 0,64	-0,56 ± 0,18 <sup>c</sup>	15,11 ± 0,64	357,81 ± 0,64 <sup>a</sup>
TT	18,36 ± 0,84	12,97 ± 2,67	-0,46 ± 0,45 <sup>abc</sup>	13,00 ± 2,66	357,40 ± 1,51 <sup>a</sup>

NAT: suco sem tratamento (controle); US: tratamento com ultrassom nos tempos de 3, 6, 9, 12, 15 minutos; TT: tratamento térmico (85°C/15 minutos).

As médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve também diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos para o ângulo de tonalidade cromática (h). Os sucos tratados por ultrassom a 6, 9, 12 e 15 minutos e o suco pasteurizado apresentaram maiores valores, indicando uma tonalidade do suco mais próximo de tons avermelhados, uma coloração que se assemelha a vinho. Por outro lado, o suco sonicado a 3 minutos e a amostra controle exibiram menores valores, apresentando um efeito arroxeado.

Estudo como de Lieu e Li (2010), mostrou que a aplicação de ultrassom em suco de uva, melhorou a cor do produto de forma mais eficaz. Assim como Fava et al. (2011) ao submeter uvas ao tratamento de ultrassom, verificaram aumento nos valores de b\* e h, sendo este último responsável por indicar que a superfície da uva tratada tornou-se mais escura e com cor roxa mais marcante.

A variedade da uva empregada na produção do suco, assim como as técnicas de produção, pode provocar variações na coloração dos sucos (GURAK et al., 2010). O ultrassom não provocou efeitos sobre a coloração dos sucos com relação às coordenadas referente à luminosidade (L\*), tampouco para a coordenada a\*, que é relacionada à cor vermelho/verde.

Segundo Abe e colaboradores (2007), quanto maior for a intensidade da coloração das uvas, mais interessante se torna do ponto de vista funcional, pois a coloração escura está relacionada ao maior conteúdo de antioxidantes e compostos fenólicos.

#### 4.5.2 Análises microbiológicas

Os resultados referentes às contagens de mesófilos aeróbios, fungos e leveduras estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Médias das contagens de mesófilos aeróbios, fungos e leveduras, em log UFC.g<sup>-1</sup>, em amostras de suco de uva.

Tratamentos	Log UFC.g <sup>-1</sup> *	
	Contagem de mesófilos aeróbios	Contagem de fungos e leveduras
NAT	3,80 ± 0,24 <sup>a</sup>	3,48 ± 0,13 <sup>a</sup>
US 3	3,07 ± 0,50 <sup>ab</sup>	3,36 ± 0,34 <sup>ab</sup>
US 6	3,28 ± 0,67 <sup>ab</sup>	2,86 ± 0,19 <sup>ab</sup>
US 9	2,58 ± 0,67 <sup>bc</sup>	2,60 ± 0,22 <sup>b</sup>
US 12	2,41 ± 0,14 <sup>bc</sup>	2,54 ± 0,07 <sup>b</sup>
US 15	1,81 ± 0,71 <sup>c</sup>	n.d.
TT	n.d.	n.d.

NAT: suco sem tratamento (controle); US: tratamento com ultrassom nos tempos de 3, 6, 9, 12 e 15 minutos; TT: tratamento térmico (85°C/15 minutos). Nd = não detectado na menor diluição plaqueada (10<sup>0</sup>). \*Pares de médias seguidos de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

A menor contagem para mesófilos foi obtida no tratamento térmico, usualmente empregado para suco de uva. Os tratamentos com ultrassom a 9, 12 e 15 minutos apresentaram o segundo melhor resultado e não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Vale ressaltar que a redução provocada pelo tratamento térmico está relacionada à alta temperatura, ao passo que a redução observada nos tratamentos com ultrassom pode ser explicada pelo processo de cavitação, conforme previamente abordado no item 3.5 da revisão de literatura.

Em relação aos resultados da contagem de fungos e leveduras (Tabela 6), é possível observar que os tratamentos de pasteurização e ultrassom a 15 minutos foram os mais efetivos na inativação deste grupo de microrganismos.

Percebe-se que uma maior redução na população de fungos e leveduras ocorreu à medida que se aumentou o tempo de tratamento com ultrassom ao qual o suco foi submetido, tal como observado para mesófilos aeróbios. Em um estudo

realizado por Pala; Zorba; Ozcan (2015), ao aplicarem o ultrassom de sonda (500 W, 20 kHz) em suco de romã, nas amplitudes 50, 75 e 100% e em diferentes tempos, obteve-se, como efeito do tratamento, uma redução de 5 log de UFC.g<sup>-1</sup> para *Escherichia coli* e uma inativação de 1,36 log de UFC.g<sup>-1</sup> de *Saccharomyces cerevisiae*, após 30 minutos de tratamento com 100% de amplitude, mostrando que cada microrganismo responde de forma diferente ao mesmo tratamento. De acordo com Chemat; Huma-E; Khan (2011), fungos e leveduras podem oferecer maior resistência aos tratamentos quando comparados a células bacterianas, visto que possuem uma parede celular mais espessa, dificultando a ação do próprio ultrassom. Adekunle et al. (2010), por sua vez, verificaram, ao aplicar ultrassom em suco de tomate, o efeito do nível da amplitude e do tempo de tratamento na inativação de levedura, alcançando reduções de até 5 log de UFC.g<sup>-1</sup>. Bhat et al. (2011) também relataram reduções significativas nas cargas microbianas de sucos de frutas cítricas submetidas à sonicação.

Por outro lado, Bhat e Goh (2017) ao aplicar ultrassom em amostras de suco de morango durante 0, 15 e 30 minutos, a uma frequência de 25 kHz, com temperatura monitorada em 20°C, não observaram redução significativa da contaminação microbiológica.

Cruz-Cansino et al. (2015), ao avaliarem o suco de pêra de cacto, uma fruta mexicana, utilizando ultrassom a 20 kHz de frequência, 1500 W, com 60%, 70%, 80% e 90% de amplitude durante 1, 3 e 5 minutos, verificaram que a maior redução para *E. coli* foi de 5 log de UFC. g<sup>-1</sup>, resultado obtido dos sucos tratados a 90% de amplitude durante 5 minutos, ou seja, a maior amplitude e o maior tempo de tratamento foram efetivos na inativação microbiana. O fator que contribuiu para redução microbiana neste estudo, foi atribuída à cavitação. De acordo com Jambrak et al. (2009), a cavitação provocada durante o processamento com ultrassom gera bolhas e ciclos contínuos de implosões e explosões, que proporcionam a criação de pontos quentes que contribuem para inativação microbiana. Este aumento de energia, juntamente com a pressão, possibilita a ruptura das membranas celulares, a produção de radicais livres e outras reações químicas que contribuem para a inativação microbiana.

A ação do ultrassom para redução microbiana de sistemas líquidos está relacionada a alguns parâmetros como a amplitude das ondas, tempo de exposição, tipo de microrganismo. De acordo com Chandrapala et al., (2012), a composição do

alimento também pode afetar significativamente na redução da carga microbiana. Em um trabalho, Herceg et al. (2012) perceberam que a amplitude, tempo e temperatura foram significativos para inativação de microrganismos.

No estudo realizado com suco de romã, por Alighourchi et al. (2013), foi aplicado o ultrassom de 20 kHz de frequência, em vários tempos (0, 3, 6, 9, 12, e 15 minutos) e amplitudes (50%, 75% e 100%). Como resultado, a maior amplitude e o maior tempo de tratamento aumentaram a taxa de inativação da população de *E. coli* e *S. cerevisiae* de forma significativa. Outras pesquisas já relataram o potencial do ultrassom na inativação microbiana, suco de maçã (YUAN, et al., 2009), suco de tomate (ADEKUNTE et al., 2010) e suco de uva (BERMÚDEZ-AGUIRRE; BARBOSA-CÁNOVAS, 2012).

Tanto este trabalho quanto os estudos acima citados tiveram resultados positivos com relação à aplicação do ultrassom na redução microbiana, no entanto, a comparação direta destes é difícil, uma vez que o tipo de microrganismo influencia na taxa de inativação pela sonicação (BAUMANN; MARTIN; FENG, 2005).

## 4.6 CONCLUSÃO

Diante do exposto, observa-se que a tecnologia de ultrassom no processamento de suco de uva da cultivar Isabel é viável quando submetido a sonicação durante 15 minutos, visto que os resultados encontrados para este tratamento foram semelhantes ao tratamento térmico convencional aplicado.

Assim, tanto os resultados obtidos neste trabalho, como exposto na literatura, mostram que o ultrassom é um método eficiente no aumento de compostos bioativos, proporcionando, além de fatores nutricionais, a conservação das propriedades físico-químicas do produto e a redução da população microbiana inicial.

Portanto, para que esta tecnologia seja empregada no processamento de suco de uva, é necessário estudar uma forma de aplicar o ultrassom em grandes quantidades de suco, que ao mesmo tempo mantenha os padrões físico-químicos e microbiológicos encontrados no presente estudo, e assim, propor um protocolo de aplicação em suco de uvas.

## 4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, L. T.; DA MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinífera* L. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ADEKUNTE, A. O.; TIWARI, B. K.; CULLEN, P. J.; SCANNEL, A. G. M.; O'DONNELL, C. P. Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. **Food Chemistry**, v.122, n. 3, p. 500-507, 2010.

AMARAL, F. M.; CABRA, S. B.; POGGERELL, P. Caracterização física e físico-química da uva Merlot cultivada em Urupema na Safra de 2009. **Caderno de publicações acadêmicas**, v. 2, n. 2, 2010.

BAUMANN, A. R.; MARTIN, S. E.; FENG, H. Power ultrasound treatment of *Listeria monocytogenes* in apple cider. *Journal of Food Protection*, v.68, p.2333-2340, 2005).

BERMÚDEZ-AGUIRRE, D.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* in pineapple, grape and cranberry juices under pulsed and continuous thermo-sonication treatments. **Journal of Food Engineering**, v.108, n.3, p.383-392, 2012.

BHAT, R.; GOH, K. M. Sonication treatment convalesce the overall quality of hand-pressed strawberry juice. **Food Chemistry**, v.215, p.470-476, 2017.

BHAT, R.; KAMARUDDIN, N. S.; MIN-TZE, L.; KARIM, A. A. Sonication improves kasturi lime (*Citrus microcarpa*) juice quality. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.18, n.6, p.1295–1300, 2011.

BOAS, A. C. V.; HENRIQUE, P. C.; LIMA, L. C. O.; NETO, A. C.; NASSUR, R. C. M. R.; LIMA, R. A. Z. Atividade, antioxidante e fenólicos totais em blends de sucos de uvas americanas produzidas no sudoeste de Minas Gerais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.34, n.1, p. 15-26, 2016.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003. 150 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 55, de 27 de julho de 2004. **Normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 15 nov. 2017.

CAMPOS, P. R. F.; MÓDENES, A. N.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; TRIGUEROS, D. E. G.; BARROS, S. T. D.; PEREIRA, N. C. Tratamento enzimático da polpa de uva no processo de produção de suco de uva. **Engevista**, v.15, n.1, p.51-60, 2013.

CANER, C.; ADAY, M. S. Maintaining quality of fresh strawberries through various modified atmosphere packaging. **Packaging Technology and Science**, v. 22, p. 115-122, 2009.

CHANDRAPALA, J.; OLIVER, C.; KENTISH, S.; ASHOKKUMAR, M. Ultrasonics in food processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.19, n.5, p.975–1126, 2012.

CHEMAT, F.; HUMA-E, Z.; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, p. 813-835, 2011.

CHEMAT, F.; ROMBAUT, N.; SICAIRE, A. G.; MEULLEMIESTRE, A.; FABIANO-TIXIER, A. S.; ABERT-VIAN, M. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.34, p.540–560, 2017.

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

COMARELLA, C. G. **Ultrassom no tratamento pós-colheita de uvas cultivar Isabel e Cabernet Sauvignon e sua influência na composição dos sucos**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

COMARELLA, C. G.; SAUTTER, K. C.; EBERT, L. C.; PENNA, N. G. Polifenóis totais e avaliação sensorial de suco de uvas Isabel tratadas com ultrassom. **Brazilian**

**Journal Food Technology**, v. 4, p. 69–73, 2012.

CRUZ-CANSINO, N. S.; RAMÍREZ-MORENO, E.; LEÓN-RIVERA, J. E.; DELGADO-OLIVARES, L.; ALANÍS-GARCÍA, E.; ARIZA-ORTEGA, J. A.; MANRÍQUEZ-TORRES, J. J.; JARAMILLO-BUSTOS, D. P. Shelf life, physicochemical, microbiological and antioxidant properties of purple cactus pear (*Opuntia ficus indica*) juice after thermoultrasound treatment. **Ultrasonocs Sonochemistry**, v. 27, p. 277-286, 2015.

DALAGNOL, L. M. G.; MAGRO, L. D.; SILVEIRA, V. C. C.; RODRIGUES, E.; MANFROI, V.; RODRIGUES, R. C. Combination of ultrasound, enzymes and mechanical stirring: A new method to improve *Vitis vinifera* Cabernet Sauvignon must yield quality and bioactive compounds. **Food and bioproducts processing**, v. 105, p.197-204, 2017.

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

DEBASTIANI, G.; LEITE, A. C.; JUNIOR, C. A. W.; BOELHOUWER, D. I. Cultura da uva, produção e comercialização de vinhos no Brasil: origem, realidade e desafios. **Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v.20, n.2, p.471-485, 2015.

FALCÃO, A. P.; CHAVES, E. S.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R.; FALCÃO, D. L.; BORDIGNON-LUIZ, T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geleia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 637-642, 2007.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v. 14, n. 3, p. 217-225, 2003.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; COMAS-SERRA, F.; FEMENIA, A.; ROSSELLÓ, C.; SIMAL, S. Effect of power ultrasound application on aqueous extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity from grape pomace (*Vitis vinifera* L.): Experimental kinetics and modeling. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 22, p. 506-514, 2015.

GURAK, P. D.; CABRAL, L. M. C.; ROCHA-LEÃO, M. H. M.; MATTA, V. M.; FREITAS, S. P. Quality evaluation of grape juice concentrated by reverse osmosis. **Journal of Food Engineering**, v. 96, n.3, p. 421-426, 2010.

HASAN, MD. M.; YUN, H. K.; KWAK, E. J.; BAEK K. H. Preparation of resveratrol-enriched grape juice from ultrasonication treated grape fruits. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 21, p. 729–734, 2014.

HERCEG, Z.; JAMBRAK, A. R.; LELAS, V.; THAGARD, S. M. The effect of high intensity ultrasound treatment on the amount of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in milk. **Food Technology and Biotechnology**, v.50, p. 46-52, 2012.

Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do IAL**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 5.ed. São Paulo, 2008. 1020 p.

JAMBRAK, A. R.; LELAS, V.; MASON, T. J.; KREŠIĆ, G.; BADANJAK, M. Physical properties of ultrasound treated soy proteins. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p.386–393, 2009.

LIEU, L. N.; LE, V. V. M. Application of ultrasound in grape mash treatment in juice processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 17, p. 273–279, 2010.

LIMA, M. S.; SILANI, I. S. V.; TOALDO, I. M.; CORREA, L. C.; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA, G. E.; LUIZ-BORDIGNON, M. T.; NINOW, J. L. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v.161, p.94-103, 2014.

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

MILLER, G. L. Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426, 1959.

NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva**. 2010. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

NOWSHEHRI, J. A.; BHAT, Z. A.; SHAH, M. Y. Blessings in disguise: Bio-functional benefits of grape seed extracts. **Food Research International**, v. 77, p. 333–348, 2015.

OLIVEIRA, I. R. N. **Antocianinas extraídas de capim-gordura (*Melinis minutiflora*): atividade antioxidante, microencapsulamento por atomização e estabilidade**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

PALA, Ç. U.; ZORBA, N. N. D.; OZCAN, G. Microbial inactivation and physicochemical properties of ultrasound processed pomegranate juice. **Journal of food protection**, v. 78, n.3, p.531-539, 2015.

PATIST, A.; BATES, D. Ultrasonic innovations in the food industry: from the laboratory to commercial production. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.9, p.147–154, 2008.

PINTO, E. P. **Sistema de produção e radiação UV-C na síntese de compostos bioativos em uvas (*Vitis labrusca*, cv. Concord) e seus sucos**. 2013. 122 f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologias de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

PUKALSKAS, A.; BEEK, T. A. V.; VENSKUTONIS R. P.; LINSSEN, J. P. H.; VELDHUIZEN, A. V.; GROOT, A. Identification of radical scavengers in sweet grass (*Hierochloa odorata*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.10, p. 2914-2919, 2002.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v.26, p.1231-1237, 1999.

RENAUD, S.; DE LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets, and french paradox for coronary heart disease. **Lancet**, v. 339, p. 1523-1526, 1992.

RIVAS, E.G.P.; EON-ALCALDE, C.; BUELGA-SANTOS, C.; RIVAS-GONZALO, J. C.; BAILÓN-ESCRIBANO, M. T. Behaviour and characterisation of the colour during red wine making and maturation. **Analytica Chimica Acta**, v. 563, n. 1-2, p. 215-222, 2006.

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

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

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

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de Uva**. Embrapa: Informação tecnológica. Brasília, 2007. 45p.

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

ROMBALDI, V. C.; BERGAMASQUI, M.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.; SILVA, A. J. Produtividade e qualidade de uva, cv. Isabel, em dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 89-91, 2004.

SANTANA, M. T. A.; SIQUEIRA, H. H.; REIS, K. C.; LIMA, L. C. O.; SILVA, R. J. L. Characterization of different trading marks of grape juice in two regions of Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p. 882-886, 2008.

SÃO JOSÉ, J. F. B. D.; ANDRADE, N. J. D.; RAMOS, A. M.; VANETTI, M. C. D.; STRINGHETA, P. C.; CHAVES, J. B. P. Decontamination by ultrasound application in fresh fruits and vegetables. **Food Control**, v. 45, p. 36-50, 2014.

SILVA, V. M.; SATO, A. C.K.; BARBOSA, G.; DACANAL, G.; CIRO-VELÁSQUEZ, H. J.; CUNHA, R. L. The effect of homogenisation on the stability of pineapple pulp. **Journal of Food Science and Technology**, v.45, n.10, p. 2127-2133, 2010.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J.A. Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p. 144-158, 1965.

SWANSON, K. M. L.; PETRAN, R. L.; HANLIN, J. L. Culture methods for enumeration of microorganisms. In: **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**.4 ed. Washington, D.C.: American Public Health Association (APHA), cap. 6, p. 53-67, 2001.

TOALDO, I. M.; FOGOLARI, O.; PIMENTEL, G. C.; GOIS, J. S.; BORGES, D. L. G.; CALIARI, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. Effect of grape seeds on the polyphenol bioactive content and elemental composition by ICP-MS of grape juices from *Vitis labrusca* L. **Food Science and Technology**, v. 53, p. 1-8, 2013.

TROIAN, S. A.; VICENZI, K.; ALVES, M. K. Teor de resvetratol e polifenois totais em suco de uva integral, reconstituído e nectar comercializados no sul do Brasil. **Brazilian Journal of Food Research**, v.7, n.1, p.58-67, 2016.

VARGAS, P. N.; HOELZEL, S. C.; ROSA, C. S. da. Determinação do teor de polifenois totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Revista Alimentar Nutricional**, v. 19, n. 1, p. 11-15, 2008.

VASCONCELOS, N. M.; PINTO, G. A. S.; ARAGÃO, F. A. S. **Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3,5-dinitrosalicílico: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos 2013**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Biblioteca virtual da Embrapa. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/982130/1/BPD13017.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2016

VEDANA, M. I. S. **Efeito do processamento na atividade antioxidante da uva**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

YUAN, Y.; HU, Y.; YUE, T.; CHEN, T.; LO Y. Effect of ultrasonic treatments on thermoacidophilic *Alicyclobacillus acidoterrestris* in apple juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.33, p.370-383, 2009.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDO SENSORIAL DE SUCOS DE UVA ISABEL TRATADOS POR ULTRASSOM**

## 5.1 RESUMO

Suco de uva é uma importante fonte de compostos fenólicos. A pasteurização é o método empregado na sua produção, no entanto, este tipo de processamento pode ocasionar a alteração de características sensoriais. O ultrassom é uma tecnologia que proporciona mínimas alterações ao produto e diminui a perda de compostos termossensíveis. Por ser uma tecnologia mais recente em relação à pasteurização, a falta de informações aos consumidores pode influenciar na aceitação dos produtos. Este estudo objetivou usar testes sensoriais para verificar se a aplicação do ultrassom interfere nas características sensoriais do suco de uva e estudar o comportamento dos consumidores quanto ao uso do ultrassom em alimentos. Foi realizado teste triangular com o suco sonicado a 15 minutos e o suco natural. Num segundo momento, realizou-se teste de aceitação sensorial para suco pasteurizado e suco sonicado a 15 minutos, dividido em três sessões: teste cego (sessão 1), teste informando o tratamento dado ao suco de uva (sessão 2) e teste com informação sobre o processo (sessão 3). No teste triangular, os avaliadores não conseguiram diferenciar o suco sonicado do suco natural ( $p > 0,05$ ). Quanto ao teste de aceitação, na primeira sessão houve diferença significativa para os atributos cor e aroma ( $p \leq 0,05$ ). Não houve diferença estatística quanto à impressão global para as amostras de suco pasteurizado e sonicado nas três sessões pelo teste t ( $p > 0,05$ ). Os resultados indicaram que o ultrassom não ocasionou alterações perceptíveis nas características sensoriais do produto investigado. Além disso, a informação acerca do processamento de ultrassom não influenciou de forma negativa a aceitação do suco avaliado.

**Palavras-chave:** aceitação sensorial, teste triangular, comportamento do consumidor.

## 5.2 INTRODUÇÃO

A pasteurização é o método comumente empregado na produção de suco de uva, visto que garante segurança microbiológica do alimento e vida de prateleira prolongada. No entanto, este tipo de processamento ocasiona degradação de compostos fenólicos e alterações nas características sensoriais do produto. (BROWNMILLER; HOWARD; PRIOR, 2008; MOHIDEEN et al., 2015).

Novas tecnologias surgem como métodos eficientes para substituir ou complementar os tratamentos térmicos tradicionais, visto que, além de proporcionar segurança microbiológica do alimento, acarretam mínimas alterações no produto e diminuem a perda de compostos termossensíveis (DA COSTA; DELIZA; ROSENTHAL, 1999; RAWSON et al., 2011; CÁRCEL et al., 2012). O ultrassom é um exemplo de tecnologia emergente, sendo considerado uma das técnicas potenciais de tratamento não-térmico na produção de sucos, já que estimula uma maior extração dos compostos fenólicos presentes na uva durante seu processamento (ROSS, 2003; COMARELLA, 2012; NGUYEN; LE, 2012).

A aceitação dos produtos por parte do consumidor é influenciada não somente pelas características sensoriais, mas também por características não sensoriais e suas interações. A partir disso, torna-se necessário conhecer não somente a percepção do consumidor em relação às características dos alimentos submetidos a estas novas tecnologias, como também sua atitude frente à tecnologia utilizada (GUERRERO et al., 2000; DELLA LUCIA et al., 2010; DELLA LUCIA, et al., 2013).

Por ser uma tecnologia recente na Indústria de Alimentos, quando comparada aos métodos tradicionais, sendo pouco conhecida pelos consumidores, é comum a falta de informações sobre os benefícios da técnica de processamento, podendo acarretar limitações do seu uso, uma vez que o julgamento e a aceitação pelos consumidores são determinantes na avaliação da tecnologia utilizada e do produto final (DA COSTA; DELIZA; ROSENTHAL, 1999).

### **5.3 OBJETIVO**

Aplicar o teste sensorial triangular com objetivo de verificar se o uso do ultrassom de sonda de 20 kHz 500 W de potência por 15 minutos interferiu nas características sensoriais do suco de uva. Verificar o comportamento dos consumidores quanto ao uso do ultrassom e a influência da informação sobre o tipo de processamento empregado no suco de uva, por meio de testes de aceitação sensorial.

## **5.4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.4.1 Aspectos Éticos**

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – ES, Brasil, sob o número 1.663.140.

### **5.4.2 Obtenção dos sucos de uva**

As uvas, da variedade Isabel, foram adquiridas no município de Venda Nova do Imigrante – ES e transportadas ao Laboratório de Técnica Dietética do Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da UFES, onde passaram por processos de seleção, limpeza em água corrente, separação das bagas (desengaço) e pesagem em porções de um quilo, sendo armazenadas sob congelamento em embalagens de polietileno até o processamento do suco.

Para a produção dos sucos natural (controle), pasteurizado e sonicado, as uvas foram descongeladas sob refrigeração, por 12 horas, e divididas em três lotes, segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC). As uvas de cada lote foram sanitizadas com ácido peracético (Nippo-Lat 2000 AP, Nippon Chemical, Brasil), cedido pela própria instituição de pesquisa, e usado na concentração de 80 mg.L<sup>-1</sup> durante 5 minutos, e processadas por inteiro em um liquidificador doméstico (Britânia, Brasil), durante 1 minuto na velocidade 1. Para o suco natural, o extrato obtido após processamento em liquidificador foi filtrado em coador de suco e foi acondicionado em garrafas de vidro, previamente esterilizadas, e armazenado sob refrigeração à 8°C durante 14 horas. A pasteurização ocorreu em fogão industrial, sob controle de temperatura à 85°C, durante 15 minutos. Já para obtenção do suco sonicado, o extrato foi submetido ao tratamento com ultrassom (sonicador tipo Desruptor, marca Untronique modelo QR500 de 20 kHz de frequência e 500 W de potência, com macro ponta com 13 mm de diâmetro) durante 15 minutos e 90% de potência. Tanto o suco pasteurizado como o suco sonicado foram filtrados e acondicionados da mesma forma que o suco natural. Vale ressaltar que todos os utensílios utilizados foram esterilizados em autoclaves a 121 °C por 20 minutos.

### 5.4.3 Teste triangular

O teste triangular foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE)-UFES, com o intuito de verificar se os avaliadores eram capazes de perceber diferenças entre as amostras avaliadas.

Cada avaliador recebeu três amostras de suco de uva, em cabines individuais, sob luz branca, e foi instruído a assinalar a amostra que lhe parecesse diferente de acordo com a ficha fornecida (Figura 2). Para isso, foi utilizada a amostra de suco sem tratamento (NAT) e a tratada por sonicacão a 15 minutos, uma vez que este foi o tratamento com o ultrassom que obteve os melhores resultados físico-químicos e microbiológicos (Capítulo 1). Foram servidas simultaneamente e em ordem aleatória três amostras de suco em copos de plásticos descartáveis, contendo 30 mL cada, codificados com três dígitos aleatórios, sendo duas amostras iguais e uma diferente.

O teste contou com a participação de 40 avaliadores, sendo 25 mulheres e 15 homens. Para os 20 primeiros avaliadores, foram servidas duas amostras sonicadas a 15 minutos e uma amostra controle (suco natural). Para os 20 demais, foram servidas duas amostras controle e uma sonicada. Para análise dos resultados, foi contabilizado o número de respostas corretas e comparado ao valor crítico tabelado, com um nível de 5% de significância (STONE; SIDEL, 1993).

Nome: _____ Sexo: ____ Idade: _____			
Data: _____			
Você está recebendo três amostras codificadas, sendo duas iguais e uma diferente. Prove as amostras da esquerda para a direita e identifique com um círculo a amostra diferente.			
<table border="1"><tr><td>208</td><td>525</td><td>917</td></tr></table>	208	525	917
208	525	917	
Comentários: _____ _____			

Figura 2: Ficha utilizada no teste triangular.

Fonte: ABNT, NBR 12995, 1993.

### 5.4.4 Teste de Aceitação

O processamento dos sucos seguiu a mesma metodologia descrita no item 5.4.2.

O teste de aceitação sensorial dos sucos foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do CCAE-UFES, em cabines individuais e sob luz branca. Contou com 77 consumidores no total, sendo 44 mulheres e 33 homens, com idade entre 18 e 42 anos.

Cada avaliador participou de três sessões consecutivas de aceitação sensorial, sendo realizada uma sessão por dia. Antes de iniciar, foi solicitado aos participantes que respondessem a um questionário sobre seus dados sociodemográficos (sexo, faixa etária e escolaridade), de frequência de consumo de suco de uva e sobre o nível de conhecimento sobre o uso de ultrassom em alimentos (Anexo 1) (DELLA LUCIA et al., 2010).

Os avaliadores receberam, em cada sessão, duas amostras de 30 mL de suco de uva em copos descartáveis de 50 mL, de forma monádica e aleatória, codificadas com três dígitos, sendo uma de suco pasteurizado e outra amostra de suco sonicado por 15 minutos.

A primeira sessão consistiu em um teste cego, em que foram apresentadas duas amostras sem qualquer informação prévia, para avaliar a aceitação dos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global (Figura 3).

Nome: _____ Sexo: _____ Idade: _____	
Por favor, prove a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto quanto aos atributos de cor, aroma, sabor, textura e impressão global (o produto como todo) utilizando a escala abaixo:	
	Código da amostra: _____
9- Gostei extremamente	( ) Cor
8- Gostei muito	( ) Aroma
7- Gostei moderadamente	( ) Sabor
6- Gostei ligeiramente	( ) Textura
5- Indiferente	( ) Impressão Global
4- Desgostei ligeiramente	
3- Desgostei moderadamente	
2- Desgostei muito	
1- Desgostei extremamente	
Comentários: _____	

Figura 3: Ficha utilizada no teste de aceitação da sessão 1.  
Fonte: Adaptado de Reis; Minim, 2010.

A segunda sessão consistiu de um teste de aceitação com informação sobre o tratamento a que cada suco havia sido submetido. O suco pasteurizado foi servido

juntamente com a informação “suco pasteurizado” e a amostra sonicada foi servida juntamente com a informação “suco tratado por ultrassom”. De posse das informações fornecidas, foi solicitado ao participante o julgamento das amostras quanto à impressão global (Figura 4).

Nome: _____ Sexo: _____ Idade: _____
<b>Amostra:</b> _____ *
Por favor, de posse da informação fornecida, prove a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a resposta que melhor reflita seu julgamento.
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente
<input type="checkbox"/> Gostei muito
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> Indiferente
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> Desgostei muito
<input type="checkbox"/> Desgostei extremamente
Comentários:
_____
_____

Figura 4: Ficha utilizada no teste de aceitação para a amostra pasteurizada e sonicada da sessão 2.

Fonte: Adaptado de Reis; Minim, 2010.

\* Espaço para identificar qual a amostra servida, se suco pasteurizado ou suco sonicado.

Por fim, na terceira sessão, cada amostra foi servida com a informação do tratamento dado ao suco (Figura 5), acompanhado de um texto explicativo sobre o tratamento de pasteurização ou sobre o processo de ultrassom (Figuras 6 e 7). Os consumidores foram instruídos a proceder à leitura do texto antes de fazer a avaliação da impressão global das amostras.

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

**Amostra:** \_\_\_\_\_\*

Você está recebendo a amostra e um texto sobre a utilização do tipo de processamento empregado em alimentos. Por favor, leia o texto, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a resposta que melhor reflita seu julgamento.

( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Indiferente  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

Comentários:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

—

Figura 5 - Ficha utilizada no teste de aceitação da amostra pasteurizada e sonicada da 3ª sessão.

Fonte: Adaptado de Reis; Minim, 2010.

\* Espaço para identificar qual a amostra servida, se suco pasteurizado ou suco sonicado.

### PASTEURIZAÇÃO EM ALIMENTOS

**O que é?**  
 É uma tecnologia térmica de conservação de alimentos, considerada branda, que consiste em submeter o produto alimentício a temperaturas inferiores a 100°C, por determinado tempo, de forma a eliminar os microrganismos presentes. Como parte dos microrganismos deteriorantes sobrevive à pasteurização, é necessário associá-la a processos complementares de conservação, podendo ser refrigeração e adição de conservadores.

**Qual aplicação e vantagem?**  
 Sua aplicação está especificamente relacionada à conservação do alimento pela diminuição de possíveis alterações microbiológicas e enzimáticas. Entretanto, os produtos pasteurizados possuem uma vida útil limitada, com elevada dependência das condições de estocagem, principalmente da temperatura. A pasteurização, embora agregue benefícios ao produto, evite transmissão de doenças, beneficia a tecnologia e qualidade dos alimentos, requer aquecimento, que muda o delicado aroma e sabor naturais de alguns alimentos, principalmente de sucos frescos.

Figura 6 – Texto explicativo sobre pasteurização de alimentos utilizado na sessão 3.

Fonte: Furtado (2017).

## ULTRASSOM EM ALIMENTOS

### O que é?

Trata-se de uma tecnologia não térmica de conservação dos alimentos, e por não usar o calor como forma de reduzir a carga microbiana, acaba por não danificar as propriedades e os valores nutricionais dos alimentos. Consiste em um equipamento que propaga ondas mecânicas acústicas, similares às ondas sonoras, porém imperceptíveis à audição humana. A propagação dessas ondas em meio líquido leva a formação de bolhas que sofrem ciclos de compressão e expansão. O colapso destas bolhas gera pressões e temperaturas locais que podem contribuir para a inativação de microrganismos e enzimas em vários produtos, inclusive as relacionadas à degradação de sucos de frutas.

### Qual aplicação e vantagem?

O ultrassom pode ser utilizado em conjunto a algumas técnicas tradicionais de processamento em alimentos, como a pasteurização, secagem, esterilização, entre outros. Além disso, oferece uma série de vantagens, pois proporciona menor gasto com água e energia, reduz o tempo de processamento, diminui o uso de substâncias químicas, gera poucos resíduos prejudiciais ao meio ambiente, além de agregar valor nutricional ao alimento, pois contribui na manutenção de compostos bioativos sem ocasionar perdas na qualidade sensorial.

Figura 7 – Texto explicativo sobre aplicação de ultrassom em alimentos utilizado na sessão 3.

Fonte: COMARELLA et al. (2012).

Em todas as sessões, foi utilizada escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei extremamente e 1 = desgostei extremamente) para avaliar e indicar o quanto os consumidores gostaram ou desgostaram dos atributos aroma, sabor, cor, textura e impressão global da bebida na primeira sessão e para a impressão global na segunda e terceira sessões. Para melhor entendimento dos resultados, as notas hedônicas foram divididas nas classes de 1 a 5 (desgostei extremamente a indiferente), indicando que os consumidores não gostaram do suco de uva, e de 6 a 9 (gostei ligeiramente a gostei extremamente), indicando que os consumidores gostaram do suco de uva. Ressalta-se que a nota hedônica “indiferente” foi considerada uma resposta negativa, uma vez que os consumidores indiferentes ao produto geralmente não os consomem (DELLA LUCIA, 2008; DELLA LUCIA et al., 2010).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para cada atributo, dentro de cada sessão de aceitação. Para a comparação das notas hedônicas para impressão global das três sessões, foram calculadas as diferenças (desvios) de nota hedônica de cada amostra e realizado o teste *t* para amostras pareadas, na intenção de verificar se houve ou não influência da informação fornecida

durante o estudo na aceitação sensorial das amostras. Todas as análises utilizaram o nível de 5% de probabilidade (LANGE; ROUSSEAU; ISSANCHOU, 1998; DELLA LUCIA, 2008).

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa Microsoft Excel® versão 2013.

## **5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.5.1 Teste triangular**

Pelas fichas respondidas, 15 dos 40 avaliadores acertaram a amostra diferente, sendo um número inferior à 19, que é a quantidade necessária para mostrar que existem diferenças significativas entre as amostras pelo teste triangular ( $\alpha=0,05$ ). Os resultados permitiram concluir que o processamento com o ultrassom não modificou as características do produto a ponto de isto ser percebido pelos avaliadores, portanto não houve diferença significativa entre o suco controle e o suco sonicado ( $p > 0,05$ ).

Outros trabalhos que visavam avaliar a aplicação do ultrassom em sucos de frutas relataram alterações mínimas ocorridas nos atributos cor, sabor e textura provocadas por este processamento na qualidade final do produto, como constatado por Montemurro et al. (2014), com suco de maçã, Dias (2014), com suco de graviola, e Khandpur; Gogate (2015), com sucos de laranja, limão doce, cenoura e espinafre.

De acordo com O'Donnell et al. (2010) e Tiwari et al. (2009) o ultrassom é uma tecnologia que pode ser aplicada no processamento de suco de frutas, de forma a manter ou provocar mínimos efeitos em suas qualidades sensoriais e nutricionais.

### **5.5.2 Teste de Aceitação**

#### **5.5.2.1 Perfil dos participantes e conhecimentos quanto ao uso de ultrassom**

Do total dos 77 participantes da análise, 57% eram mulheres, 77% encontravam-se na faixa etária entre 18 e 24 anos e 69% cursavam o ensino superior (Figura 8). Todos os participantes afirmaram gostar de suco de uva (Tabela 7), dos quais 51% responderam consumir ocasionalmente e 31% consumiam suco de uva uma a duas vezes por mês (Figura 8).

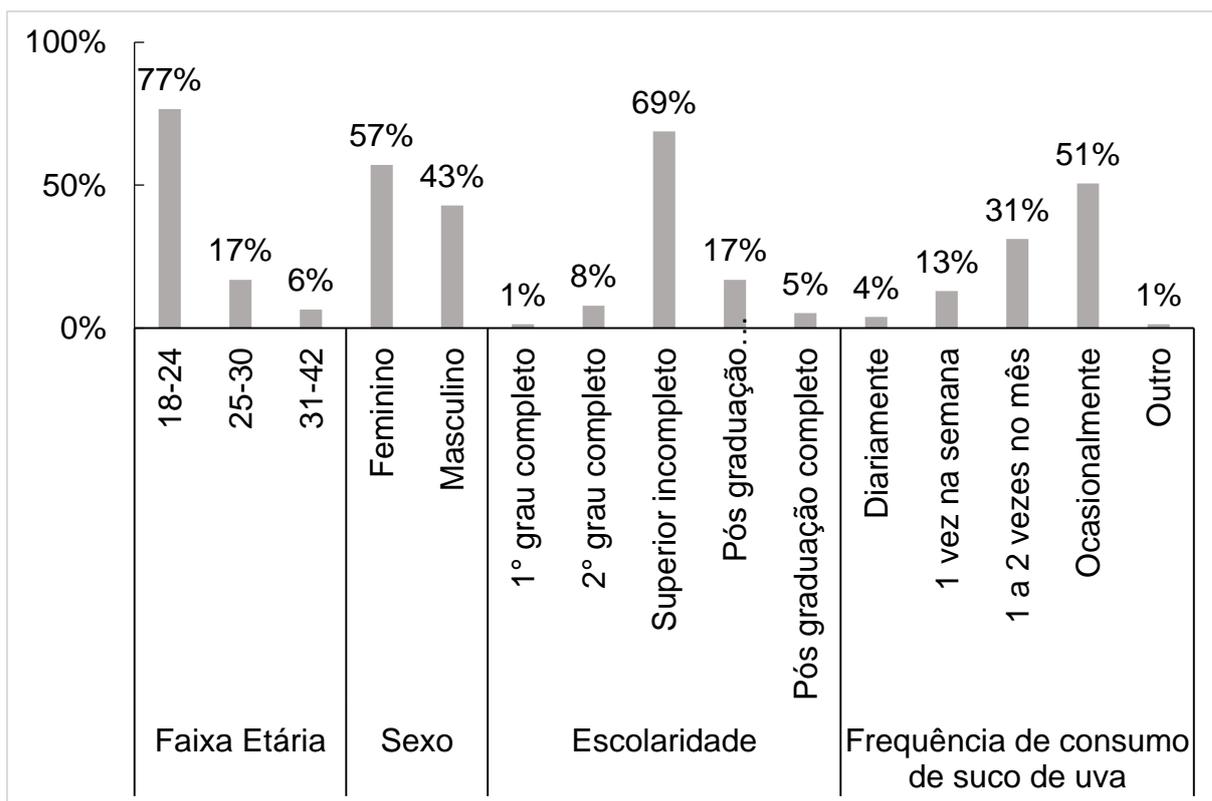


Figura 8: Perfil sociodemográfico dos consumidores e frequência de consumo de suco de uva (n=77).

De acordo a Tabela 7, é possível observar que grande parte dos participantes não possuía conhecimentos prévios acerca da tecnologia de ultrassom quando aplicado em alimentos (68,83%), não conhecendo aplicações (75,32%), vantagens (76,62%) ou desvantagens (94,80%) da utilização do ultrassom.

Tabela 7 – Resultados do questionário sobre o conhecimento dos consumidores em relação à aplicação da tecnologia do ultrassom em alimentos

Perguntas	Respostas (%)	
	Sim	Não
Você gosta de suco de uva?	100	0
Você sabe o que é processamento por ultrassom em alimentos?	31,17	68,83
Você compraria um alimento submetido ao processamento por ultrassom?	63,63	36,37
Você conhece alguma aplicação do ultrassom em alimentos?	24,68	75,32
Você conhece alguma vantagem da utilização do ultrassom em alimentos?	23,38	76,62
Você conhece alguma desvantagem da utilização do ultrassom em alimentos?	5,20	94,80

Uma parte considerável dos entrevistados foi favorável em relação à possibilidade de comprar alimentos submetidos ao ultrassom (63,63 %). Nem todas as pessoas relutam em experimentar novos alimentos ou alimentos que tenham sido submetidos a novas tecnologias de produção e, ou processamento, ou seja, nem todas as pessoas são neofóbicas. Há aquelas pessoas que são impulsionadas pelas novas tecnologias alimentares e acabam desenvolvendo preferências alimentares e neofilia alimentar (indivíduos dispostos a experimentar novos alimentos) (CAPIOLA; RAUDENBUSH, 2012).

Entretanto, vale ressaltar que, dos 28 entrevistados que afirmaram que não comprariam alimentos tratados por ultrassom, 96,42% destes não tinham conhecimento algum sobre esta tecnologia e apenas 3,58% justificaram a resposta com o argumento de não ter comprovação que a aplicação desta tecnologia não oferece risco à saúde humana. É possível perceber que a falta de informação e conhecimento sobre a tecnologia de processamento podem exercer influência na compra e aceitação do produto.

O sucesso da aplicação comercial destas tecnologias emergentes depende, principalmente, da aceitação dos consumidores. Para isso, faz-se necessário estudar o nível da informação que se tem a respeito da tecnologia empregada e sua influência na aceitabilidade dos produtos. Algumas pesquisas realizadas não abordaram informações sobre os produtos, mas que por sua vez demonstraram aceitação favorável, mostrando ser interessante estudar o impacto das informações sobre a aceitação. Schuina (2013) verificou, num estudo contando com 67 consumidores, que o suco de laranja tratado por ultrassom obteve aceitação sensorial superior à do suco pasteurizado. Comarrella (2012), por sua vez, realizou avaliação sensorial sobre os atributos cor, sabor e odor em amostras de suco de uva sonicadas e os resultados obtidos para o produto submetido a ultrassom foram mais satisfatórios do que os obtidos para o suco controle.

#### **5.5.2.2 Sessões do teste de aceitação**

Em todas as sessões as notas para todos os atributos ficaram entre as categorias “gostei ligeiramente” (nota hedônica 6) e “gostei extremamente” (nota edônica 9), mostrando que, independente da sessão e do tipo de processamento, as amostras foram bem aceitas pelos consumidores (Figura 9).

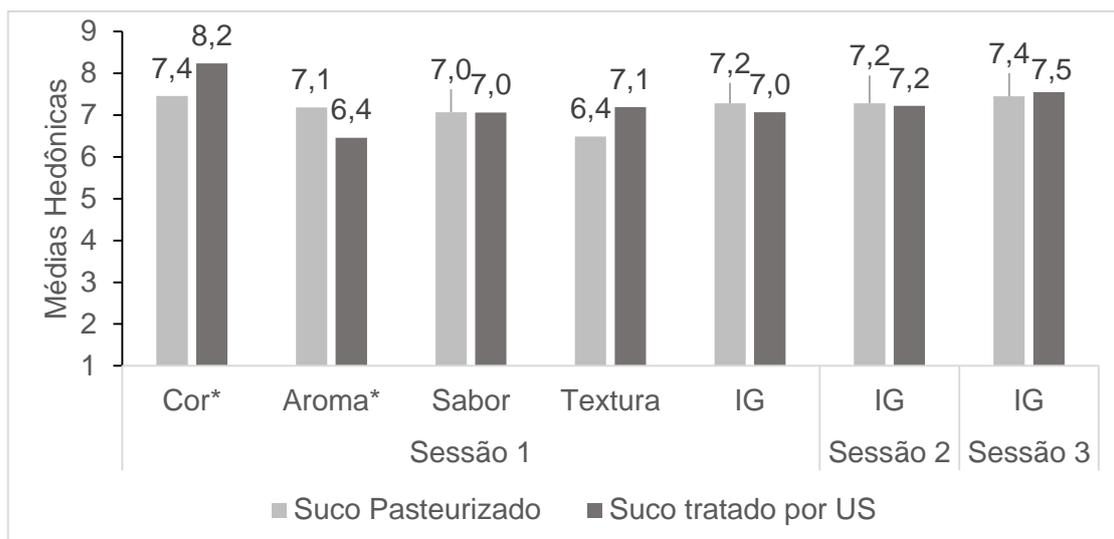


Figura 9 - Médias das notas hedônicas para cada atributo em cada uma das sessões. IG= Impressão global. \* Resultados significativos ( $p \leq 0,05$ ). Sessão 1 (teste cego), Sessão 2 (teste com a informação do tratamento) e Sessão 3 (teste com a informação do tratamento e um texto explicativo).

Os resultados da ANOVA, para cada atributo dentro de cada sessão de aceitação, mostraram que, no teste cego, houve diferença significativa quanto à aceitação dos dois sucos analisados apenas para os atributos cor e aroma ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 8).

Tabela 8 – Médias das notas hedônicas para o suco pasteurizado e para o suco sonificado em cada uma das sessões sensoriais

Sessões	Atributos	Amostra	Média
Sessão 1	Cor*	Pasteurizado	7,4 <sup>b</sup>
		Sonicado	8,2 <sup>a</sup>
	Aroma*	Pasteurizado	7,1 <sup>a</sup>
		Sonicado	6,4 <sup>b</sup>
	Sabor <sup>ns</sup>	Pasteurizado	7,0 <sup>a</sup>
		Sonicado	7,0 <sup>a</sup>
Textura <sup>ns</sup>	Pasteurizado	6,4 <sup>a</sup>	
	Sonicado	7,1 <sup>a</sup>	
Sessão 2	IG <sup>1ns</sup>	Pasteurizado	7,2 <sup>a</sup>
		Sonicado	7,0 <sup>a</sup>
Sessão 3	IG <sup>ns</sup>	Pasteurizado	7,4 <sup>a</sup>
		Sonicado	7,5 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> IG = impressão global;

\*Significativo a 5% pelo teste F da ANOVA;

<sup>ns</sup> – Não significativo pelo teste F da ANOVA ( $p > 0,05$ ).

Para o atributo cor, o suco sonicado teve maior aceitação por parte dos consumidores. Conforme discutido no capítulo anterior, este tratamento foi o que apresentou melhor resultado em termos de conteúdo de antocianinas, fato que, muito provavelmente, justifica a maior aceitação dessa amostra quanto ao atributo cor (média hedônica de 8,2), uma vez que a presença destes compostos influencia a coloração dos alimentos (CHOI; KIM; LEE, 2002). De acordo com Choi, Kim e Lee (2002), a cor do suco de frutas sofre influência principalmente da presença de pigmentos naturais, do grau de maturidade da fruta, condições de processamento/armazenamento, atividade enzimática e da contaminação microbiana.

Khandpur; Gogate (2015), estudando o uso de ultrassom de forma isolada ou em conjunto com radiação, verificaram que sucos de laranjas submetidos a estes tratamentos eram melhores quando comparados ao tratamento térmico em relação à cor, aroma e sabor. Além disso, esses autores constataram que o suco de laranja processado por ultrassom apresentou uma coloração mais brilhante, demonstrando que esta tecnologia exerce um efeito mínimo na mudança de cor durante o processamento.

Por outro lado, o suco pasteurizado teve melhor aceitação com relação ao aroma (Tabela 8), fato que pode ser atribuído à temperatura empregada nesse processo, gerando uma pequena evaporação de substâncias voláteis, que acentuou o aroma. Simunek et al. (2013), ao investigarem os atributos sensoriais de suco e néctar de maçã, verificaram que tanto a pasteurização como o ultrassom provocaram mudanças na composição dos compostos aromáticos quando comparados à amostra controle. Os autores observaram que, diferentemente da pasteurização, que acentuou o aroma do suco, o ultrassom levou tanto à formação de novos compostos como à degradação de outros, por meio da ocorrência de cavitação, que gerou várias reações químicas. Resultado semelhante foi encontrado por Jambrak et al. (2017) em pesquisa com suco e néctar de *cranberry* tratados por ultrassom. Outros fatores, tais como amplitude do ultrassom, temperatura e tempo de aplicação também influenciam não somente nos compostos aromáticos, mas também nas características do próprio produto (SIMUNEK et al., 2013).

Não foi observada diferença significativa para impressão global das amostras de suco pasteurizado e sonicado nas três sessões ( $p > 0,05$ ) (Tabela 8). Tal resultado

sugere que a informação, tanto da pasteurização como da tecnologia de ultrassom, não influenciou de forma negativa na aceitação dos consumidores.

Em relação à diferença (desvio) entre as médias das notas hedônicas para impressão global, de cada um dos pares de sessões, para cada amostra de suco, o teste *t* para amostras pareadas forneceu resultados (Tabela 9) que mostram que não houve diferença significativa entre as médias hedônicas para os dois tipos de processamento do suco de uva entre todas as sessões, ou seja, a informação da aplicação do ultrassom e da pasteurização no suco de uva não refletiu de forma negativa na aceitação por parte dos consumidores. A avaliação do questionário sociodemográfico permitiu inferir que uma parcela, em torno de 64% dos consumidores, respondeu associar processamento de ultrassom a um tipo de esterilização e/ou tecnologia limpa, o que possivelmente pode ter influenciado a boa aceitação obtida para o suco tratado por ultrassom quando oferecido ao consumidor na segunda sessão (na presença da informação). Sabe-se que essas características não sensoriais, como tecnologia empregada, segurança e confiabilidade no produto influenciam a aceitação dos produtos pelos consumidores (DELLA LUCIA, 2008).

Tabela 9 – Efeito dos dois tipos de informações fornecidas sobre a aceitação dos consumidores: desvios entre as notas de cada sessão

Suco de uva	Sessão 2 – Sessão 1	Sessão 3 – Sessão1	Sessão 3 – Sessão 2
Pasteurizado	-0.2863 <sup>ns</sup>	0.015 <sup>ns</sup>	0.0326 <sup>ns</sup>
Sonicado	0.8737 <sup>ns</sup>	1.5954 <sup>ns</sup>	1.1378 <sup>ns</sup>

ns = não significativo ( $p > 0,05$ )

De acordo com a Tabela 9, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as notas obtidas para os dois sucos na sessão 2, que continha a informação do tratamento aplicado ao suco, e as notas da sessão 1, que era o suco controle, demonstrando que a informação sobre o ultrassom e também sobre a pasteurização não influenciou de forma negativa na aceitação dos sucos. Da mesma forma, entre a sessão 3, em que foi fornecida a informação mais completa sobre os processamentos, e a sessão 1; e entre a sessão 3 e a sessão 2, também não houve diferença significativa entre as notas atribuídas aos sucos ( $p > 0,05$ ), ou seja, nem quando se

forneceu uma maior explicação com relação à forma como os processamentos são realizados houve mudanças no nível de aceitação dos produtos.

Diferentemente do constatado na presente pesquisa, Lima Filho et al., (2014), ao investigarem o impacto da tecnologia de irradiação sobre a aceitação dos consumidores, perceberam que o fornecimento de um texto informativo sobre o processo de irradiação exerceu efeito positivo sobre a aceitação, o que levou ao aumento das notas hedônicas entre 6 e 9 da sessão 2, na qual foi indicado apenas o tipo de tratamento aplicado ao alimento, para a sessão 3, em que foi fornecido um texto explicativo. Mesmo já sendo empregada pela indústria de alimentos e possuir uma legislação em vigor, a irradiação é uma das tecnologias não convencionais que mais geram polêmicas, seja pela falta de conhecimento da população quanto à tecnologia, seja pelas associações negativas que o próprio nome traz consigo. Por sua vez, o ultrassom ainda é uma tecnologia emergente que não possui uma legislação própria.

Alguns estudos mostram que, quanto maior for o conhecimento sobre os benefícios dessas novas tecnologias, a aceitabilidade dos produtos tende a aumentar, visto que os consumidores necessitam de algum tipo de informação desses alimentos adquiridos pelas novas formas de processamento (HAMSTRA et al., 1996).

## **5.6. CONCLUSÃO**

A aplicação de ultrassom não acarretou mudanças percebidas nas características sensoriais do suco, uma vez que os consumidores não conseguiram diferenciá-lo do suco natural. Além disso, apesar de o ultrassom ser uma tecnologia ainda desconhecida por grande parte dos participantes, o termo “ultrassom” e as informações adicionais sobre a tecnologia não provocaram insegurança aos consumidores, de forma que a avaliação do suco sonificado foi tão boa quanto a do pasteurizado, ou seja, a informação acerca da tecnologia do ultrassom não influenciou de forma negativa na aceitação do suco de uva.

## 5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12995**: Teste triangular em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993.

BROWNMILLER, C., HOWARD, L., PRIOR, R. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. **Journal of Food Science**, v. 73, n.5, p.72-79, 2008.

CAPOLA, A.; RAUDENBUSH, B. The Effects of Food Neophobia and Food Neophilia on Diet and Metabolic Processing. **Food and Nutrition Sciences**, v.3, p.1397-1403, 2012.

CÁRCEL, J. A.; GARCÍA-PÉREZ, J. V.; BENEDITO, J.; MULET, A. Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. **Journal of Food Engineering**, v. 110, n. 2, p. 200-207, 2012.

CHOI, M. H.; KIM, G. H.; LEE, H. S. Effects of ascorbic acid retention on juice colour and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. **Food Research International**, v. 35, p. 753-759, 2002.

COMARELLA, C. G. **Ultrassom no tratamento pós-colheita de uvas cultivar Isabel e Cabernet Sauvignon e sua influência na composição dos sucos**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

COMARELLA, C. G.; SAUTTER, C. K.; EBERT, L.C.; PENNA, N. G. Polifenóis totais e avaliação sensorial de suco de uvas Isabel tratadas com ultrassom. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 4, p. 69–73, 2012.

DA COSTA, M. C.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A. Revisão: tecnologias não convencionais e o impacto no comportamento do consumidor. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 187-210, jul./dez.1999.

DELLA LUCIA, S. M. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolha do consumidor**. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A. Características não sensoriais e o comportamento do consumidor: conceitos e métodos estatísticos de avaliação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 7, p. 143-184, 2013.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MININ, L. A.; CERESINO, E. B. Expectativas geradas pela marca sobre a aceitabilidade de cerveja: estudo da interação entre características não sensoriais e o comportamento do consumidor.

**Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 11-24, 2010.

DIAS, D. R. C. **Efeito do ultrassom em parâmetros de qualidade do suco de graviola (*Annona muricata* L.)**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

GUERRERO, L.; COLOMER, Y.; GUÁRDIA, M. D.; XICOLA, J.; CLOTET, R. Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, p. 387-395, 2000.

HAMSTRA, A. M., SMINK, C. Consumers and biotechnology in the Netherlands. **British Food Journal**, v. 98, n. 4-5, p. 34-38, 1996.

JAMBRAK, A. R.; ŠIMUNEK, M.; PETROVIC´, M.; BEDIC´, H.; HERCEG, Z.; JURETIC´, H. Aromatic profile and sensory characterisation of ultrasound treated cranberry juice and néctar. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.38, p.783-793, 2017.

KHANDPUR, P.; GOGATE, P. R. Understanding the effect of novel approaches based on ultrasound on sensory profile of orange juice. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.27, p.87-95, 2015.

LANGE, C.; ROUSSEAU, F.; ISSANCHOU, S. Expectation, liking and purchase behaviour under economical constraint. **Food Quality and Preference**, v. 10, n. 1, p. 31-39, 1998.

LIMA FILHO, T. **Irradiação de morangos: limiares de rejeição e detecção sensorial e impacto da tecnologia de conservação sobre a aceitação e as percepções dos consumidores**. 226 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.

LIMA FILHO, T. DELLA LUCIA, S. M.; LIMA, R. M.; SCOLFORO, C. Z.; CARNEIRO, J. C. S.; PINHEIRO, C. J. G.; JR PASSAMAI, J. L. Irradiation of strawberries: Influence of information regarding preservation technology on consumer sensory acceptance. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 26, p. 242–247, 2014.

MOHIDEEN, F. W.; SOLVAL, K. M.; LI, J.; ZHANG, J.; CHOULJENKO, A.; CHOTIKO, A.; PRUDENTE, A. D.; BANKSTON, J. D.; SATHIVEL, S. Effect of continuous ultrasonication on microbial counts and physico-chemical properties of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) juice. **Food Science and Technology**, v.60, p.563-570, 2015.

MONTEMURRO, F.; FASOLATO, L.; BALZAN, S.; DE NARDI, R.; MARCHESINI, G.; CARDAZZO, B.; NOVELLI, E. Storage test on apple juice after ultrasound treatment. **Italian Journal of Food Safety**, v. 3:955, 2014.

NGUYEN, T. P.; LE, V. V. M. Application of ultrasound to pineapple mash treatment in juice processing. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 2, p. 547–552, 2012.

O'DONNELL, C. P.; TIWARI, B. K.; BOURKE, P.; CULLEN, P. J. Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, p.358-367, 2010.

RAWSON, A.; PATRAS, A.; TIWARI, B. K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N. B. K. Effect of thermal and non thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. **Food Research International**, v. 44, p. 1875–1887, 2011.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, cap. 3, p. 66-82, 2010.

ROSS, T. P. The reliability of cluster and switch scores for the controlled oral word association test. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v.18, p. 153-164, 2003.

SHUINA, G.L. **Utilização de ultrassom na conservação de suco de laranja: efeito sobre características físico-químicas, enzimáticas, microbiológicas e sensoriais**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.

SIMUNEK, M.; JAMBRAK, A. R.; PETROVIC, M.; JURETIC, H.; MAJOR, N.; HERCEG, Z.; HRUSKAR, M.; VUKUSIC, T. Aroma Profile and Sensory Properties of Ultrasound-Treated Apple Juice and Nectar. **Food Technology and Biotechnology**, v. 51, n.1, p.101-111, 2013.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**, San Diego: Academic Press, 1993. 308p.

TIWARI, B. K.; O'DONNELL, C. P.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; CULLEN, P.J. Effect of sonication on orange juice quality parameters during storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v.44, p. 586-595, 2009.

## 6 CONCLUSÃO FINAL

Os sucos submetidos ao ultrassom nos tempos de 3, 6, 9, 12 e 15 minutos não apresentaram diferenças para as características de pH, acidez, sólidos solúveis, cinzas, açúcar redutor e turbidez. Já em relação aos compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante, ficou demonstrado que o maior tempo de tratamento foi proporcional ao aumento do teor destes compostos presentes nos sucos. O tratamento de ultrassom por 15 minutos foi o tratamento que não se diferenciou estatisticamente do suco pasteurizado, mostrando ser uma possibilidade para substituição do tratamento térmico tradicional.

Para as análises microbiológicas, houve redução na carga microbiana à medida que se aumentava o tempo de exposição do suco ao tratamento. No entanto, para mesófilos, o menor valor de contagem foi obtido no tratamento térmico, tendo os sucos sonicados a 9, 12 e 15 minutos obtido o segundo melhor resultado, e não diferindo entre si ( $p > 0,05$ ). Em relação a bolores e leveduras, os resultados da contagem de fungos e leveduras apontaram os tratamentos de pasteurização e ultrassom a 15 minutos como os mais efetivos na inativação.

O teste sensorial triangular mostrou que não houve como diferenciar o suco natural do suco tratado por ultrassom por 15 minutos, demonstrando mais uma vez que esta tecnologia tem como característica preservar as propriedades físico-químicas e sensoriais do alimento. Apesar de a maioria dos participantes não conhecer a tecnologia de ultrassom, o suco sonificado por 15 minutos apresentou boa aceitação, assim como o suco pasteurizado. Portanto, observa-se a informação acerca da utilização da tecnologia do ultrassom não influenciou a atitude os consumidores em relação à aceitação do suco de uva.

## ANEXO

### QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL

- 1) Nome: \_\_\_\_\_
- 2) Ano de Nascimento: \_\_\_\_\_ 3) Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino
- 4) Grau de escolaridade:
- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| ( ) 1º grau incompleto | ( ) superior incompleto      |
| ( ) 1º grau completo   | ( ) superior completo        |
| ( ) 2º grau incompleto | ( ) pós graduação incompleto |
| ( ) 2º grau completo   | ( ) pós graduação completo   |
| ( ) outro: _____       |                              |
- 5) Você gosta de suco de uva?  
( ) Sim ( ) Não
- 6) Com que frequência você consome suco de uva?  
( ) Diariamente ( ) Ocasionalmente (menos de 1 vez por mês)  
( ) 1 vez por semana ( ) Nunca  
( ) 1 a 2 vezes por mês ( ) Outro: \_\_\_\_\_
- 7) Você sabe o que é processamento por ultrassom em alimentos?  
( ) Sim ( ) Não
- 8) Você compraria um alimento submetido ao processamento por ultrassom?  
( ) Sim ( ) Não
- 9) Você conhece alguma aplicação do ultrassom em alimentos?  
( ) Sim ( ) Não  
Em caso positivo, cite uma:  
\_\_\_\_\_
- 10) Você conhece alguma vantagem da utilização do ultrassom em alimentos?  
( ) Sim ( ) Não  
Em caso positivo, cite uma:  
\_\_\_\_\_
- 11) Você conhece alguma desvantagem da utilização do ultrassom em alimentos?  
( ) Sim ( ) Não  
Em caso positivo, cite uma:  
\_\_\_\_\_
- 12) Ao que você associa o processamento por ultrassom?  
( ) Radiação ( ) Esterilização ( ) Exame médico ( ) Tecnologia limpa  
( ) Outros: \_\_\_\_\_