



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

IRLANE ALMEIDA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE ESFERAS DE VINHO TINTO
PELO PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA: AVALIAÇÃO
DA ESTABILIDADE DO PRODUTO, CARACTERIZAÇÃO
DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E IDENTIFICAÇÃO DO
PERFIL VOLÁTIL**

São Cristóvão, SE

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

IRLANE ALMEIDA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE ESFERAS DE VINHO TINTO
PELO PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA: AVALIAÇÃO
DA ESTABILIDADE DO PRODUTO, CARACTERIZAÇÃO
DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E IDENTIFICAÇÃO DO
PERFIL VOLÁTIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Sergipe como requisito para a obtenção do título de mestre no curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Alessandra Almeida de Castro Pagani

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Tatiana Pacheco Nunes

São Cristóvão, SE

2018

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586d Silva, Irlane Almeida da.
Desenvolvimento de esferas de vinho tinto pelo processo de gelificação iônica: avaliação da estabilidade do produto, caracterização dos compostos bioativos e identificação do perfil volátil / Irlane Almeida da Silva; orientadora Alessandra Almeida de Castro Pagani. – São Cristóvão, 2018.
99 f.: il.

Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)– Universidade Federal de Sergipe, 2018.

1. Vinho - Compostos bioativos 2. Vinho - Conservação. 3. Vinho – Avaliação sensorial. 4. Refrigeração. I. Pagani, Alessandra Almeida de Castro, orient. II. Título.

CDU 663.2

IRLANE ALMEIDA DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE ESFERAS DE VINHO TINTO PELO
PROCESSO DE GELIFICAÇÃO IÔNICA: AVALIAÇÃO DA
ESTABILIDADE DO PRODUTO, CARACTERIZAÇÃO DOS
COMPOSTOS BIOATIVOS E IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL VOLÁTIL**

Dissertação de mestrado aprovada no Programa de Pós-
graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos em 31
de Julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Alessandra Almeida Castro Pagani (Orientadora)
Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFS

Prof^ª. Dr^ª. Maria Terezinha Santos Leite Neta
Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFS

Prof^ª Dr^ª Valdeci Silva Bastos
Instituto Federal de Sergipe/Campus Nossa Senhora da Glória– IFS

São Cristóvão, SE

2018

Dedico esta dissertação aos meus pais, porque a eles devo tudo o que sou hoje. Os meus agradecimentos por toda confiança depositada em mim e em todas as minhas decisões.

E também à minha irmã, Ivaneide, que sempre torceu pela minha vitória.

A Deus, por essa longa e bonita caminhada que é viver.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar por esse caminho desconhecido e que, hoje, tenho a certeza de que me direcionou para o caminho certo;

Aos meus pais, Dinalva e José Atanásio e a minha irmã, Ivaneide, pelo amor incondicional, mas principalmente, por ter confiado em mim e respeitado meus pensamentos, desejos e aspirações;

Aos meus parentes, principalmente, meus tios e tias que sempre torceram por mim.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Alessandra Pagani, pela confiança, pelos ensinamentos, pela liberdade em realizar meu trabalho e, principalmente, por ser essa pessoa maravilhosa. Muito obrigada;

Aco-orientadora Prof^a. Tatiana pelo auxílio no planejamento das análises microbiológicas;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Programa de Pós-Graduação Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade concedida;

A amiga querida Valdeci Silva Bastos pelo acolhimento, pela confiança durante todo esse tempo e por todos os momentos vividos em sua companhia. Meus sinceros agradecimentos.

As minhas queridas amigas Arianne, Roberta, Yure Bibiana, Alciene, Mariluce, Rita, Karina e Glau, obrigada pela torcida e incentivo;

A minha colega Gleise Kelly pela cumplicidade nos momentos difíceis dessa jornada;

Ao colega Alan pelo exemplo de profissionalismo e pelo auxílio nas análises laboratoriais;

A Rafael (LAF) pelo imenso apoio nas análises cromatográficas.

As técnicas dos laboratórios por terem sido sempre solícitas a mim quando foi necessário;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SILVA, I. A. Desenvolvimento de esferas de vinho tinto pelo processo de gelificação iônica: avaliação da estabilidade do produto, caracterização dos compostos bioativos e identificação do perfil volátil [Dissertação] São Cristóvão: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, 2018.

RESUMO

O vinho, entre as bebidas fermentadas, é a que apresenta maior valor cultural e apresenta efeito benéfico à saúde do consumidor. A encapsulação protege contra o meio externo, além de liberar o material encapsulado gradativamente. Nesse estudo, foram produzidas esferas de vinho através da gelificação iônica, utilizando como agente encapsulante o alginato de sódio. As características físico-químicas e microbiológicas foram investigadas, através dos métodos oficiais de análises. Os parâmetros colorimétricos foram determinados com base no espaço de cor CIELAB (L^* , a^* , b^* , C^* e h). A aceitação sensorial foi determinada por uma equipe de 112 consumidores. E os compostos aromáticos foram analisados por microextração em fase sólida e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (SPME-GC). Sobre as características físico-químicas, os resultados foram satisfatórios, embora a amostra Etenha apresentado variações ao longo do armazenamento. Os teores de compostos fenólicos se apresentaram em boa quantidade, sendo que para a amostra EV esses compostos foram mais expressivos. Em relação às análises microbiológicas, os resultados obtidos para as amostras estão de acordo com a legislação vigente. Um total de 53 compostos foram identificados e quantificados no vinho tinto e nas esferas. Os ésteres formaram o grupo mais abundante de compostos voláteis detectados, seguidos por álcoois e terpenos. De acordo com os seus valores de odor ativo (OAV's), octanoato de etila, isovalerato de etila, hexanoato de etila, hexanol e ácido octanóico foram os odorantes de impacto do vinho tinto e das esferas. Os resultados referentes à cor, textura, sabor e aparência global, foram maiores para a amostra EV. Conclui-se que a gelificação iônica é uma tecnologia viável para o desenvolvimento de novos produtos e mostrou-se eficiente na conservação dos compostos fenólicos e na retenção dos compostos aromáticos mais importantes no vinho tinto.

Palavras-chave : vinho tinto. compostos bioativos. gelificação iônica.

SILVA, I. A. Desenvolvimento de esferas de vinho tinto pelo processo de gelificação iônica: avaliação da estabilidade do produto, caracterização dos compostos bioativos e identificação do perfil volátil [Dissertação] São Cristóvão: Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, 2018.

ABSTRACT

Wine, among fermented beverages, is the one with the greatest cultural value and has a beneficial effect on the health of the consumer. The encapsulation protects against the external environment, in addition to releasing the encapsulated material gradually. In this study, wine spheres were produced by ionic gelation, using sodium alginate as the encapsulating agent. The physicochemical and microbiological characteristics were investigated through official methods of analysis. The colorimetric parameters were determined based on the CIELAB color space (L^* , a^* , b^* , C^* and h). Sensory acceptance was determined by a team of 112 consumers. And the aromatics were analyzed by solid phase microextraction and gas chromatography coupled to mass spectrometry (SPME-GC). Regarding the physico-chemical characteristics, the results were satisfactory, although the sample E presented variations throughout the storage. The contents of phenolic compounds presented in good quantity, being that for the sample EV these compounds were more expressive. Regarding the microbiological analyzes, the results obtained for the samples are in accordance with the current legislation. A total of 53 compounds were identified and quantified in red wine and spheres. The esters formed the most abundant group of volatile compounds detected, followed by alcohols and terpenes. According to their active odor values (OAV's), ethyl octanoate, ethyl isovalerate, ethyl hexanoate, hexanol and octanoic acid were the impact odorants of red wine and beads. The results regarding color, texture, taste and overall appearance were higher for the EV sample. It is concluded that ionic gelation is a viable technology for the development of new products and has proved to be efficient in the conservation of phenolic compounds and in the retention of the most important aromatic compounds in red wine.

Keyword: red wine. bioactive compounds. ionic gelation.

LISTA DE TABELAS

1. Caracterização do vinho tinto	15
2. Média e desvio-padrão do tamanho e peso das esferas de vinho	517
3. . Densidade do vinho e da solução vinho e alginato.....	52
4. Análise da umidade durante o armazenamento das esferas de vinho tinto	18
5. Análise de cinzas durante o armazenamento das esferas de vinho tinto. Os resultados das cinzas foram expressos por g L ⁻¹	53
6. Análise de sólidos solúveis (°Brix) durante o armazenamento das esferas de vinho tinto ..	54
7. Análise da acidez titulável durante o armazenamento das esferas de vinho tinto. Resultados expressos em g.L ⁻¹ , de ácido tartárico	20
8. Análise da pH durante o armazenamento das esferas de vinho tinto	56
9. Teor de compostos fenólicos totais (mg EAG/g de amostra) das amostras E e EV.....	57
10. Análise de taninos totais (mg ATE/g ácido tânico) das amostras E e EV.....	258
11. Análise de antocianinas totais (mg de Malvidina.L ⁻¹) das amostras E e EV.....	259
12. Análise da atividade antioxidante (µmol Trolox/g de amostra) pelo método ABTS das amostras E e EV	260
13. Análise colorimétrica durante o armazenamento das esferas de vinho tinto.....	27
14. Compostos voláteis identificados e quantificados (média ± desvio padrão) em vinho tinto e nas amostras encapsuladas (E e EV), e seus respectivos índices de retenção, método de identificação e limiar de percepção	32
15. Compostos voláteis identificados em vinho tinto e nas amostras encapsuladas (E e EV), limiar de percepção (Threshold), descritor de Odor e seus respectivos valores de OAVs.....	69
16. Análises microbiológicas das amostras E e EV.....	70
17. Escores médios referentes aos atributos sensoriais das amostras E e EV	76

LISTA DE FIGURAS

1. Estrutura dos blocos que constituem a molécula de alginato	15
2. Redes de alginatos com blocos M e G, apresentando estruturas tipo “caixa de ovo”	29
3. Fluxograma da obtenção das esferas de vinho tinto e análises realizadas.....	36
4. Representação da gelificação iônica por gotejamento.....	37
5. Processo de gotejamento da solução (vinho e alginato de sódio) na solução de cloreto de cálcio.....	38
6. Processo de lavagem das esferas do vinho	38
7. Drenagem das esferas do vinho tinto.....	38
8. Esferas de vinho tinto (E) e Esferas de vinho tinto imersas no vinho (EV)	39
9. Parâmetros de cor segundo método CIE L*a*b*.	43
10. Comportamento da Atividade Antioxidante x Compostos Fenólicos para a amostra E	61
11. Comportamento da Atividade Antioxidante x Compostos Fenólicos para a amostra EV .	61
12. Distribuição por classes químicas dos compostos voláteis quantificados para a amostra do vinho tinto e as amostras de vinho tinto encapsuladas (E, EV).....	260
13. Distribuição dos provadores por sexo, no teste de aceitação das esferas de vinho	71
14. Distribuição dos processos por faixa etária, no teste de aceitação das esferas de vinho	72
15. Distribuição dos processos por escolaridade, no teste de aceitação das esferas de vinho..	72
16. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo cor das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).	73
17. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo textura das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo)	74
18. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo)	74

19. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo aceitação global das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo	75
20. Histograma da intenção de compra dos julgadores para as amostras E e EV. Escala hedônica de cinco pontos.....	77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1 Viticultura no Brasil	18
3.2 Vinho	18
3.2.1 Constituintes Fenólicos no Vinho	19
3.2.2 Ação antioxidante dos compostos fenólicos do vinho.....	20
3.2.3 Principais compostos voláteis de aroma do vinho.....	22
3.3 Encapsulação	24
3.3.1 Processo de Encapsulação	25
3.3.2 Agente Encapsulante	25
3.3.3 Hidrocolóides	26
3.3.4 Alginato	27
3.4 Encapsulação por gelificação iônica.....	32
3.5 Embalagem de Vidro	32
3.6 Conservação por Refrigeração.....	33
3.7 Desenvolvimento de Novos Produtos	34
3.8 Análise Sensorial	34
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1 Matéria prima	37
4.2 Obtenção das esferas de vinho.....	37
4.3 Análises Físicas	39
4.4 Análises Físico-químicas.....	40

4.5	Análise instrumental da cor	42
4.6	Extração dos compostos voláteis por Microextração em fase sólida (HS-SPME).....	43
4.7	Análises Microbiológicas	45
4.8	Análise Sensorial	46
4.9	Análise Estatística	47
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1	Caracterização do vinho tinto	48
5.2	Caracterização das esferas de vinho tinto.....	50
5.2.1	Parâmetros Físicos.....	51
5.2.2	Parâmetros Físico-químicos	51
5.3	Características Cromáticas	62
5.4	Caracterização dos compostos voláteis presentes no vinho tinto e nos encapsulados de vinho	64
5.5	Caracterização Microbiológica.....	71
5.6	Análise sensorial: aceitação e intenção de compra.....	72
6.	CONCLUSÃO.....	79
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
	ANEXOS	98

1. INTRODUÇÃO

Inicialmente o vinho era consumido apenas em cerimônias religiosas, tornando-se ao longo dos anos um item essencial na dieta humana e está entre as bebidas alcoólicas mais consumidas mundialmente (GRINDLAY et al, 2011). Segundo a Organização Internacional do Vinho (OIV), o consumo mundial foi de aproximadamente 24 bilhões de litros de vinho em 2015, sendo os Estados Unidos considerado o maior consumidor do mundo. A produção mundial de vinho aumentou em 580 milhões de litros em relação ao ano anterior e atingiu 27,4 bilhões de litros em 2015, sendo liderada pela Itália, França e Espanha, respectivamente (AURAND, 2016).

O vinho tinto é considerado uma das principais fontes de compostos fenólicos, que são extraídos das uvas durante as etapas de maceração e fermentação do processo de fabricação do vinho (BALASUNDRAM *et al.*, 2006). Nos últimos anos, a conscientização dos consumidores e o interesse por uma alimentação saudável tem crescido. O consumo de uva em estado natural ou produtos feitos a partir deles, suco ou vinho, proporciona benefícios relacionados à saúde, principalmente devido à presença de fortes antioxidantes e compostos polifenólicos. Os compostos fenólicos protegem os frutos e, após a ingestão, ajudam a combater os radicais livres em células e tecidos humanos (GRANATO, KATAYAMA, & DE CASTRO, 2011 e MACEDO *et al.*, 2013).

Com o mercado competitivo exigindo criação de novos produtos e estratégias de inovação para a diferenciação, é imprescindível conhecer as necessidades do consumidor, satisfazendo-as na conformidade das legislações (BRAGANTE, 2014; DELGADO; PEDROZO, s/d; GOUVEIA, 2006).

Baseado nisso, a encapsulação é um processo que promove o empacotamento de partículas (compostos de sabor, pigmentos, nutrientes, enzimas, conservantes) em cápsulas comestíveis (RAPOSO *et al.*, 2003). O material a ser encapsulado pode ser o alimento como um conjunto, ou uma determinada classe de compostos (ingredientes ou aditivos). A aplicação mais conhecida da encapsulação em alimentos é a proteção de compostos de aroma, que podem ser perdidos por evaporação, oxidação ou interações com outros compostos (FRASCARELI, 2010).

Como material encapsulante, alguns polissacarídeos, como o alginato, a quitosana, a carragena, têm uma aplicação interessante para processos de encapsulação (RIBEIRO, 2004). O alginato é um polissacarídeo obtido a partir de algas castanhas (XIAO, LIU, ZHU,

ZHOU, & NIU, 2014), sendo amplamente utilizado em engenharia e biotecnologia, devido à sua biocompatibilidade, baixo custo (BAIMARK& SRISUWAN, 2014) e sendo um polímero não tóxico (PAQUES, SAGIS, VAN RIJN e VANDER LINDEN, 2014).

Assim, os materiais encapsulados são protegidos contra reações adversas, tais como oxidação de lípidos, deterioração nutricional ou perda volátil durante a produção, armazenamento e manuseamento (ONWULATA, 2013). Outro importante objetivo é permitir que a liberação do material do núcleo ocorra lentamente com o tempo, ou a partir da ocorrência de certo evento. Esse conceito é denominado de liberação controlada, podendo, portanto, referir-se ao controle do início da liberação ou da taxa de liberação (SUAVE *et al*, 2006).

Portanto, a realidade do mercado consumidor no âmbito da alimentação, vem exigindo produtos ainda mais saudáveis, sem deixar a desejar em sabor e qualidade. Dessa forma, este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de esferas de vinho tinto, que possa ser adicionado em outros alimentos, agregando valor e enriquecendo-os através dos seus compostos bioativos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver esferas de vinho tinto via gelificação iônica e avaliar a qualidade do produto final através dos parâmetros físicos, físico-químicos, microbiológico e sensorial.

2.2 Objetivos Específicos

- Encapsular o vinho tinto com alginato de sódio, pela técnica de gelificação iônica;
- Verificar rendimento, peso e tamanho das esferas;
- Dividir em dois tratamentos, E (esferas) e EV (esferas armazenadas em vinho);
- Avaliar umidade, cinzas, Brix, acidez e pH das esferas durante o armazenamento;
- Investigar a estabilidade dos compostos bioativos e os parâmetros cromáticos durante o armazenamento;
- Identificar e quantificar o perfil volátil e os compostos marcadores pela técnica HS-SPME;
- Avaliar a influência do encapsulamento quanto os aromas;
- Avaliar a estabilidade microbiológica nos tempos 0 e 45 dias de armazenamento;
- Avaliar sensorialmente as esferas no sorvete.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Viticultura no Brasil

De acordo com os dados da IBRAVIN, as primeiras videiras originárias de mudas de *Vitis vinífera* foram trazidas ao Brasil em 1532 por Martin Afonso de Souza para a Capitania de São Vicente no sudeste do país. Porém, as condições desfavoráveis de clima e solo impediram que a experiência fosse adiante. Já em 1626, na chegada dos jesuítas no Brasil à região das Missões no Rio Grande do Sul, a vitivinicultura no país foi impulsionada, uma vez que videiras foram introduzidas por padres e a elaboração dos vinhos realizada pelos índios como elemento das celebrações religiosas. A história do vinho brasileiro remete à colonização portuguesa no século XVI, porém seu desenvolvimento atual deve-se principalmente à chegada de imigrantes italianos, a partir de 1875 à região da Serra Gaúcha, no Rio Grande do Sul. De modo a se organizar o setor, foi então criado o Sindicato do Vinho e o sociativismo foi adotado pelos agricultores. Já em 1990, a abertura econômica do Brasil e a consequente concorrência com os vinhos importados levaram os produtores nacionais a aumentarem a qualidade do vinho, resultando na conquista do selo de Indicação de Procedência pela região do Vale dos Vinhedos. No atual estágio de desenvolvimento da indústria vitivinícola brasileira e tendo em vista os agressivos esforços estabelecidos de exportação dos países produtores, ser capaz de entrar no mercado internacional é um imperativo de sobrevivência em seu próprio mercado interno (FENSTERSEIFERT, 2011; IBRAVIN, 2016).

Atualmente, a produção de uvas no Brasil tem aumentado consideravelmente na última década e a produção está 90% concentrada no Rio Grande do Sul, sendo o restante distribuído entre os estados de Ceará, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Santa Catarina e São Paulo (MELLO, 2016).

3.2 Vinho

O vinho, inicialmente consumido apenas em cerimônias religiosas, tornou-se ao longo dos anos um item essencial na dieta humana e está entre as bebidas alcoólicas mais consumidas mundialmente (GRINDLAY *et al.*, 2011). É uma bebida alcoólica tradicional de alta importância comercial, obtida por fermentação do mosto de uva. Por essa definição, a qualidade do vinho está relacionada à composição e variedade da uva (ARTERO *et al.*, 2015).

A produção mundial de vinho aumentou em 580 milhões de litros em relação ao ano anterior e atingiu 27,4 bilhões de litros de vinho em 2015, sendo liderada pela Itália, França e

Espanha, nessa ordem (AURAND, 2016). A produção de vinhos no Brasil, com exceção de mostos e sucos, atingiu 280 milhões de litros em 2015, confirmando o 15º lugar no ranking mundial de produtores, ocupado pelos últimos dois anos. Em relação à área de produção vitivinícola nacional, houve uma erosão do solo que resultou em diminuição de 4 mil hectares e o Brasil procede com significativa reestruturação (OIV, 2016).

De acordo com os dados de 2015 publicados pela OIV, a comercialização do vinho no mundo em relação ao ano anterior, continuou a crescer em volume e especialmente em valor, com um aumento de 1,8% e 10,8%, respectivamente (AURAND, 2016). Dessa forma, a determinação analítica do vinho atrai a atenção de produtores e consumidores (BIMPILAS *et al.*, 2015), tornando-se muito importante caracterizá-lo pela variedade, origem geográfica, teor de elementos e parâmetros físico-químicos (SANTOS *et al.*, 2010).

Segundo os últimos dados obtidos pela Organização Internacional do Vinho (OIV), estimou-se um consumo mundial de aproximadamente 24 bilhões de litros de vinho em 2015, sendo os Estados Unidos considerado o maior consumidor do mundo (AURAND, 2016).

3.2.1 Constituintes Fenólicos no Vinho

São diversas as fontes antioxidantes naturais conhecidas na natureza, sendo algumas amplamente encontradas no reino vegetal. O seu poder antioxidante poderá ser atribuído ao conteúdo em compostos fenólicos (MORENO-ARRIBAS & POLO, 2009).

Os compostos fenólicos presentes nas plantas são sintetizados tipicamente durante o seu desenvolvimento como mecanismo de proteção contra condições adversas tais como lesões dos tecidos, infecções e radiação UV. A sua estrutura base apresenta um anel aromático ao qual pode estar ligado um grupo hidroxilo (fenóis) ou vários (polifenóis), o que origina uma grande diversidade de compostos. Os compostos fenólicos podem ser divididos em várias classes, destacando-se os ácidos fenólicos, flavonóides e taninos, como antioxidantes fenólicos mais disseminados na natureza. (KAMILOGLU *et al.*, 2013).

Os compostos fenólicos determinam a qualidade geral dos vinhos, principalmente os tintos. Contribuem para as características sensoriais, particularmente para a cor (antocianinas), sensações gustativas, como a adstringência e amargor (fenólicos ácidos e taninos) e o aroma (SANTOS-BUELGA *et al.*, 2010). São os responsáveis pelas principais diferenças entre o vinho branco e o tinto e em especial na cor e no aroma, além de constituírem o principal reservatório de substâncias auto-oxidáveis, formando o maior sistema de proteção dos vinhos contra fenômenos de oxidação (DAUDT e POLENTA, 1999).

Segundo Riccardo Flamini *et al.* (2013) a uva é qualitativa e quantitativamente muito rica em polifenóis. Em particular, antocianinas, flavonóis e derivados de estilbenos que desempenham papéis muito importantes no metabolismo, graças às suas características peculiares. As antocianinas são responsáveis pela cor de uvas e vinhos tintos, conferindo características organolépticas ao vinho. São corantes naturais, têm atividade antioxidante, antimicrobiana e anticarcinogênica, exercem efeito protetor sobre o sistema cardiovascular humano, e são utilizados na comida e indústrias farmacêuticas.

Estilbenos são fitoalexinas presentes nos bagos de uva e estão associados aos efeitos benéficos do vinho. O principal estilbeno é o resveratrol, que é caracterizado por ser anticancerígeno, antioxidante, anti-inflamatório e cardioprotector. Dímeros de resveratrol também ocorrem em uva, e são sintetizados pela videira como defesa ativa contra ataque exógeno, ou produzidos por enzimas extracelulares libertados por patogênicos na tentativa de eliminar compostos tóxicos indesejáveis (FLAMINI, 2013).

Flavonóis são uma classe omnipresente dos flavonóides com foto-proteção e copigmentação (juntamente com antocianinas). A falta de expressão da enzima flavonóide 3',5'-hidroxilase nas uvas brancas restringe a presença de quercetina, caempferol e derivados isoramnetina, enquanto as uvas tintas geralmente também contêm miricetina, laricitrina e derivados de siringetina. Nos últimos dez anos, o desenvolvimento tecnológico da instrumentação analítica, particularmente espectrometria de massa, conduziu a grandes melhorias e um maior conhecimento da química destes compostos (FLAMINI, 2013).

Lasanta *et al.* (2014) mostraram que a maturação da uva influencia fortemente na composição do vinho e que é possível estabelecer parâmetros-chave que deverão ser monitorados durante o processo de maturação da uva para identificar o momento ideal de colheita para obter vinhos de qualidade.

3.2.2 Ação antioxidante dos compostos fenólicos do vinho

Diversas propriedades dos vinhos podem ser usadas para a sua caracterização, entre as quais, o seu conteúdo fenólico e as suas capacidades em neutralizar moléculas de Espécies Reativas de Oxigênio (Reactive Oxygen Species – ROS). A Atividade Antioxidante (AOX) geralmente é medida através de métodos em que os compostos presentes nos vinhos neutralizam soluções orgânicas contendo espécies reativas de oxigênio (RE *et al.*, 1999). Por sua vez a concentração de polifenóis pode ser determinada pelo Índice de Polifenóis Totais

(IPT) (MAMEDE e PASTORE, 2004) e, devido à constituição variável destes compostos no fruto, há grandes variações entre os potenciais antioxidantes dos vinhos.

Os compostos fenólicos agem como antioxidantes, bloqueando reações radicalares em cadeia por meio da doação de átomos de hidrogênio, ou ainda complexando íons metálicos que catalizam essas reações (YANG *et al.*, 2009).

Devido as características antioxidantes dos compostos fenólicos e por estarem presentes em quantidades significativas no vinho estudos foram realizados associando o consumo de vinho, com a redução no risco de doenças cardiovasculares e neoplasias, ação anti-inflamatória, atividade antimicrobiana, auxílio no controle do peso, proteção renal, ação neuroprotetora, entre outras (FRANKEL *et al.*, 1995; TAPIERO *et al.*, 2002; BALASUNDRAM *et al.*, 2006).

Alguns estudos realizados apontaram que o vinho apresenta agentes antibacterianos eficazes contra cepas de Streptococcus, infecções de feridas de válvulas cardíacas, da bexiga, do abdômen, do sangue, entre outras (VECHIATTO e PAITNER, 2010).

Entre outros benefícios estudados, há a comprovação do seu poder antitumoral, pelo aumento da apoptose e inibição da proliferação de células epiteliais malignas da mama, células de câncer de próstata e tumor de cólon (FREITAS *et al.*, 2010; MUKHERJEE *et al.*, 2010).

Silva *et al.*, (2011) mostraram em seu estudo que a administração de extrato de vinho em ratos reduz a nefrotoxicidade induzida pelo Tacrolimus, a qual está associada ao aumento da lipoperoxidação renal. O efeito renoprotetor do vinho pode estar relacionado ao sequestro de radicais livres, à inibição da peroxidação lipídica, ou ainda à atuação nessas duas vias.

Queipo-Ortuño *et al.*, (2012) estudaram a ação dos elementos constituintes do vinho: componentes presentes na uva e o álcool. Os resultados demonstraram que, tanto um quanto o outro, são responsáveis por essa melhora à saúde. Os resultados obtidos mostraram que, quando os homens consumiam vinho tinto alcoólico diariamente, eles demonstravam um maior nível de interlucina-10, uma substância capaz de diminuir a inflamação nas artérias. Isso, segundo os autores do estudo, sugere que o álcool sozinho é responsável por essa ação anti-inflamatória. Por outro lado, no período em que os homens beberam vinho tinto sem teor alcoólico, os exames de sangue revelaram que houve uma redução nos níveis de certas substâncias responsáveis por estimular a formação de placas nas paredes das artérias. Com isso, foi possível concluir que essa diminuição foi decorrente da ação dos polifenóis vindos das sementes ou da casca da uva, e não ao álcool.

Segundo Wollin e Jones (2001), a ingestão moderada de álcool, principalmente na forma de vinho tinto, parece proteger da morte por doenças cardiovasculares (DCV). De acordo com os autores, o álcool, proveniente do vinho, reduziria o colágeno que induz a agregação de plaquetas (formação de placas nas artérias) e os processos de trombose, enquanto os compostos fenólicos, provenientes da uva, reduziriam a peroxidação lipídica, reações químicas mediadas pelos radicais livres, que podem romper as estruturas celulares e ter como consequência o surgimento de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de câncer, e a oxidação do LDL, que está envolvida diretamente com os processos de aterosclerose.

Todavia, é importante salientar que a maior parte das pesquisas que avaliam a atividade benéfica dos compostos fenólicos à saúde é realizada *in vitro* e com os compostos provenientes diretamente das plantas. Além disso, estudos têm mostrado que os compostos fenólicos são metabolizados *in vivo* ao atravessarem o intestino delgado, pela ação da microbiota e pela ação do fígado, resultando em alterações na estrutura inicial. (MORAES E LOCATELLI, 2010).

3.2.3 Principais compostos voláteis de aroma do vinho

Atualmente há mais de mil compostos aromáticos do vinho identificados. Esse conjunto constitui algo extremamente complexo. Há as substâncias aromáticas originárias da uva, que variam em função da variedade, das condições edafoclimáticas, da topografia, da localização do vinhedo e do manejo. Tudo isso compõe o chamado aroma varietal, que se forma durante a maturação da uva e constitui parte do potencial aromático do vinho (GUERRA, 2002).

Grande parte dos alcoóis superiores é liberada como produto secundário do metabolismo das leveduras, tanto pela via anabólica através da glicose como pela via catabólica a partir de aminoácidos (TAO *et al.*, 2008). Os hexanóis conferem odores herbáceos aos vinhos, enquanto o 2-feniletanol é frequentemente associado às notas florais (JACKSON, 2008). Outros constituintes aromáticos e majoritários dos vinhos são os ésteres, com concentrações superiores a 100 mg.L⁻¹, formados enzimaticamente e com importante participação no aroma por contribuir para as notas frutadas, sobretudo os ésteres etílicos de ácidos graxos e os acetatos de alcoóis superiores (SANTOS, 2006). Os acetatos são comumente produzidos durante o envelhecimento da bebida ou destilação, contribuindo potencialmente para aromas do tipo vegetal. As lactonas, por sua vez, constituem um

subgrupo especial de ésteres formados pela esterificação interna entre os grupos carbonil e hidroxil da molécula-mãe, isto é, são ésteres cíclicos (JACKSON, 2008).

Segundo Tao et al. (2008), os terpenos formam um eixo para a expressão sensorial do bouquet do vinho, sendo típico de cada variedade de uva e, portanto, poderiam ser utilizados analiticamente para a caracterização de vinhos varietais. Aroma de cravo é associado ao citronelol, aroma cítrico ao geraniol e nuances florais e frutadas aos óxidos de linalol. Entre o grupo dos norisoprenóides, estes autores referem ainda que as β - e α -iononas são os compostos mais frequentemente detectados, onde β -damascenona confere nuances de cascas, pêssego enlatado e maçã cozida. A maioria das cetonas é produzida durante a fermentação, porém poucas parecem possuir alguma significância sensorial. A maior exceção é o diacetil, que, em baixas concentrações ($<5\text{mg.L}^{-1}$) pode conferir notas amanteigadas, de nozes e torradas, ao passo que em concentrações acima do seu limite de detecção pelo nariz humano (threshold), produz efeitos caramelizados (JACKSON, 2008).

A maior parte dos aldeídos encontrados em vinhos também é produzida durante a fermentação, processamento ou extraídos dos tonéis de carvalho. O acetaldeído é o principal aldeído do vinho, e é considerado um composto de aroma desagradável quando presente em concentrações acima do seu threshold. Outros constituintes de importância no aroma do vinho são os fenóis voláteis e seus derivados, cuja maioria ocorre principalmente durante ou após a fermentação. Os derivados vinilfenóis e etilfenóis podem conferir odores pungentes, tipo cravo, de fumaça, fenólico e animal à bebida. Vinhos tintos tipicamente mostram uma proporção e uma concentração absoluta maior destes compostos que vinhos brancos (JACKSON, 2008).

Entre os muitos compostos nitrogenados encontrados nas uvas e nos vinhos, incluindo formas inorgânicas (amônia e nitratos) e orgânicas (aminas, amidas, aminoácidos, pirazinas, bases nitrogenadas, pirimidinas, proteínas e ácidos nucleicos), apenas os compostos heterocíclicos são considerados importantes para o seu aroma (SANTOS, 2006). As pirazinas, apresentam grande influência no aroma varietal (aroma de pimentão verde) de determinados vinhos, como Cabernet Sauvignon e cultivares relacionadas (JACKSON, 2008).

A maioria dos compostos voláteis sulfurados em vinhos parece ser derivada de processos enzimáticos ou não-enzimáticos. A via enzimática envolve a degradação de outros compostos contendo enxofre, como aminoácidos sulfurados, a formação de produtos da fermentação e o metabolismo de alguns pesticidas sulfurados. A via não-enzimática inclui reações químicas, térmicas e fotoquímicas dos compostos sulfurados durante a vinificação e o armazenamento da bebida (revisado por MESTRES *et al.*, 2000).

3.3 Encapsulação

O conceito de cápsulas surgiu da idealização do modelo celular. Neste, a membrana que envolve e protege o citoplasma e os demais componentes exerce, ao mesmo tempo, outras funções, como controlar a entrada e saída de material da célula. De modo semelhante, uma cápsula consiste, em geral, em uma camada que atua como um filme protetor, isolando a substância ativa e evitando os efeitos de sua exposição inadequada (RÉ, 2000).

Encapsulamento significa envolvimento ou captura de uma substância por outra, o material encapsulado (núcleo) pode ser um líquido ou um sólido, e o material encapsulante (cobertura, parede ou matriz) é geralmente um polissacarídeo (CLARK, 2002) e/ou polímeros (GOUIN, 2004). As primeiras aplicações de encapsulação foram feitas na década de 1960, em papéis de cópia sem carbono, que levavam em suas folhas de papel comum a tinta encapsulada. Ao serem pressionadas, as cápsulas rompiam liberando a tinta (RÉ, 2000).

Esta tecnologia consiste em recobrir partículas ou pequenas gotas de material líquido ou gasoso, formando cápsulas em miniatura, as quais podem liberar seu conteúdo em taxas controladas e/ou sob condições específicas. Os propósitos da encapsulação consistem na possibilidade de fazer um líquido comportar-se como sólido, separar materiais reativos, reduzir a toxicidade do material ativo, controlar a liberação do material, reduzir volatilidade de líquidos, mascarar gosto de componentes amargos, aumentar o *shelf life* e proteger contra a luz, água e calor (FÁVARO-TRINDADE *et al.*, 2002; MIRZAEI *et al.*, 2012).

As cápsulas podem apresentar tamanho na faixa de frações de micron até vários milímetros, possuindo diferentes formas, dependendo dos materiais e métodos utilizados em sua preparação. O material externo é denominado agente encapsulante, enquanto o ingrediente interno é o material ativo (CHAMPAGNE, 2007; FAVARO-TRINDADE *et al.*, 2008). Entre os materiais que podem ser encapsulados para aplicação na indústria alimentícia, incluem-se ácidos, bases, óleos, vitaminas, sais, gases, aminoácidos, *flavors*, corantes, enzimas e micro-organismos (CHAMPAGNE, 2007).

O material encapsulante geralmente é de natureza semipermeável, apresentando morfologia esférica, envolta por uma resistente membrana sólida ou sólida/líquida, com um diâmetro variado (ANAL, 2007). Vários polímeros, como alginato, quitosana, carboximetilcelulose (CMC), carragena, gelatina e pectina são aplicados, utilizando diferentes técnicas de encapsulação (LI *et al.*, 2009).

Em relação à indústria de alimentos, o emprego da encapsulação tem sido intensificado devido às novas necessidades demonstradas nas formulações dos produtos, muitas vezes, de extrema complexidade. Uma dessas necessidades está no estudo de liberação

controlada. Desse modo, a encapsulação deixa de ser somente um método de agregação de substâncias à uma formulação alimentícia, para tornar-se uma fonte de ingredientes totalmente novos e com propriedades únicas (ANEKELLA, 2013).

3.3.1 Processo de Encapsulação

Para iniciar a encapsulação, é necessária a seleção do material de parede adequado. As substâncias de revestimento são materiais formadores de filme que podem ser selecionados a partir de uma variedade de polímeros naturais ou sintéticos, dependendo do material a ser revestido e das características desejadas nas microcápsulas (CUI *et al.*, 2000). O passo seguinte é a preparação das esferas, que podem ser produzidas por métodos químicos, físico-químicos e mecânicos (TRINDADE *et al.*, 2002).

De maneira geral, o processo de encapsulação é dividido em três etapas: preparo de uma solução ou suspensão com o material de parede e o que será encapsulado, seguido de homogeneização (envolvimento do material de parede ao redor do recheio) e fixação ou solidificação do material de parede (CUI *et al.*, 2000). Este, juntamente com o recheio, pode ser preparado separadamente, onde o material de parede e o recheio são dispersos em uma única fase do mesmo solvente ou, ainda, cada um disperso em uma fase da emulsão. As cápsulas produzidas por cada método apresentam características diferentes de retenção do recheio e podem apresentar comportamento de liberação diferenciado (ALVIM, 2005).

3.3.2 Agente Encapsulante

No processo de encapsulação podem ser utilizados diversos agentes encapsulantes, responsáveis pelo revestimento dos compostos bioativos, dando forma à cápsula (AZEREDO, 2005). Esses agentes encapsulantes podem ser de diferentes origens: natural, semissintética ou sintética (ANSON, 2005).

O encapsulante ideal deve ter baixa viscosidade em concentrações elevadas; ser de fácil manipulação durante o processo, ter baixa higroscopicidade para facilitar a manipulação e evitar aglomeração; transformar líquidos em sólidos para uso em sistemas secos, ter habilidade para dispersar ou emulsificar e estabilizar o ingrediente ativo; não ser reativo com o material a ser encapsulado; deve ter habilidade de selar e segurar o material ativo dentro da estrutura da cápsula (CHAMPAGNE, 2007).

A seleção adequada do agente encapsulante pode influenciar as propriedades físicas e químicas das micropartículas que serão obtidas. Desta forma, o material deve ter a capacidade

de formar uma película coesa com o material do núcleo. Esta capacidade exige compatibilidade química e física, proporcionando as propriedades desejadas, tais como flexibilidade, resistência, impermeabilidade e estabilidade na preparação (VENKTESAN et al, 2009).

3.3.3 Hidrocolóides

Os hidrocolóides são polímeros, em sua maioria, de ocorrência natural, solúveis em água e têm propriedades espessantes e/ou gelificantes em condições específicas. São uma série de polissacarídeos e proteínas, amplamente utilizados em uma variedade de setores industriais para realizar diversas funções, como espessar e/ou gelificar soluções aquosas, estabilizar espumas, modificar e/ou controlar as propriedades de fluxo e a textura dos alimentos líquidos e das bebidas, inibir a formação de cristais de gelo e de açúcar e controlar a liberação de sabores, assim como modificar as propriedades de deformação de produtos semissólidos (SANTOS, 2012). Sendo assim, são de grande importância por sua capacidade de regular as propriedades físicas/reológicas das misturas alimentares, durante e após o seu processamento.

Usados como aditivos, garantem a uniformidade e consistência da textura final e realçam não só o aspecto visual, como o paladar e o gosto do produto final, e ainda permitem que o produto tenha mais tempo de vida (SANTOS, 2012).

A escolha de um hidrocolóide é feita em função das características funcionais desejadas, mas é também influenciada pelo fator preço e regularidade no fornecimento. A classificação utilizada nos regulamentos legais agrupa os polissacarídeos em quatro grupos (NUNES, 2005):

I. Emulsionantes: ajudam a obter uma dispersão de duas ou mais fases que, de outro modo, seriam imiscíveis no produto alimentar;

II. Estabilizadores: ajudam a manter inalterado o sistema obtido em I;

III. Espessantes: aumentam a viscosidade do produto;

IV. Gelificantes: conferem ao produto uma textura específica.

Nos últimos anos, a utilização de hidrocolóides pela indústria alimentícia cresceu muito. Mesmo que frequentemente presentes apenas em concentrações menores do que 1% podem ter uma influência significativa sobre as propriedades texturais e organolépticas dos produtos alimentícios, como a goma xantana utilizada como agente espessante. Devido às suas propriedades, estes compostos proporcionaram o desenvolvimento de novos produtos,

com uma variedade de características pouco usuais, tendo este trabalho envolvido também o desenvolvimento de novas técnicas de cozinha (IMENSON, 2010).

As proteínas e os polissacarídeos são os dois tipos de hidrocolóides responsáveis pela estrutura, propriedades mecânicas e físico-químicas de muitos alimentos. A propriedade funcional evidenciada pelos hidrocolóides deve-se a interações que os componentes macromoleculares estabelecem entre si e com o meio aquoso (NUNES, 2005).

Os polissacarídeos podem ser extraídos das algas (agar, carragenatos e alginatos), de sementes de plantas (goma guar e goma alfarroba), de extratos das plantas (pectinas), obtidos por fermentação bacteriana (goma xantana e goma gelano) ou obtidos por modificação química das macromoléculas naturais (celulose e seus derivados, e amido) (SOUSA, 2010).

Devido ao aumento da demanda por alimentos prontos para consumo, de alta qualidade e longa vida de prateleira, a indústria vem se dedicando ao desenvolvimento de produtos que mantenham suas características por mais tempo possível (PENNA, 2004). Os alimentos alterados podem apresentar modificações indesejadas, que costumam indicar diminuição na qualidade do produto, decorrentes, dentre outros fatores, da perda e/ou ganho de umidade e da oxidação do mesmo. A transferência de massa entre os próprios componentes do alimento, ou entre alimentos que se encontram no mesmo ambiente, implica na redução da sua *shelf life* e valor nutricional. Para minimizar essas alterações, diversos materiais de embalagens vêm sendo empregados pelas indústrias. Neste contexto, o uso de revestimentos comestíveis (filmes e coberturas) tem sido indicado por conferir uma barreira adicional na proteção da qualidade e estabilidade do alimento e gerar atmosfera modificada adequada em torno do produto embalado (SIMPSON, 2003).

Os produtos formadores de filmes comestíveis são classificados em três categorias: polissacarídeos, lipídeos e proteínas, podendo se misturar entre eles. Cada classe tem características funcionais distintas (ALBERT, 2002). Os hidrocolóides destacam-se pelas propriedades de barreira para oxigênio, dióxido de carbono e lipídeos, e são mais usados como revestimentos, espessantes, agentes de suspensão, agentes de gelatinização, texturizadores, emulsificantes, estabilizadores, agentes antimicrobianos, controladores da cristalização e inibição da sinérese (YOUNG, 2003; PENNA, 2004).

3.3.4 Alginato

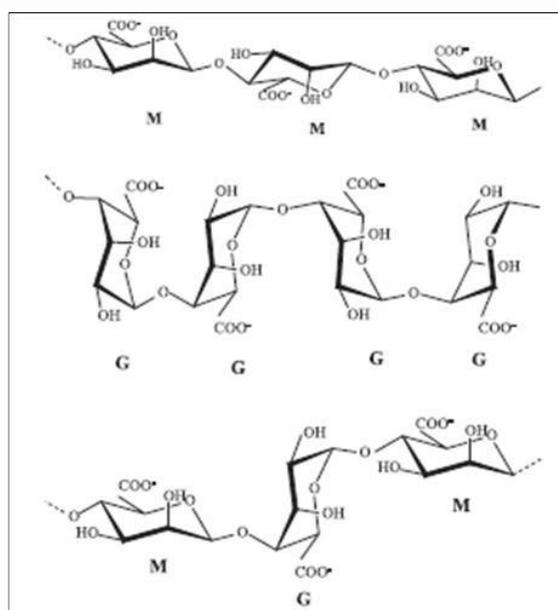
Alginatos são polissacarídeos que se encontram nas paredes celulares e espaços intermoleculares de algas marinhas castanhas da classe *Phaeophyceae* (uma variedade de

algas marinhas que se desenvolve em águas pouco profundas de regiões temperadas) e são responsáveis pela flexibilidade das plantas (SANTOS, 2012).

Ácido algínico é a forma livre do alginato e um produto intermediário na produção comercial de alginatos. Tal como as outras formas ácidas livres de polissacarídeos, o ácido algínico tem estabilidade limitada, apresenta insolubilidade em meio aquoso. De modo a tornar estáveis os produtos de alginato solúveis em água, o ácido algínico é incorporado por sais, tais como sódio, potássio e amônio, exceto os de cálcio – que torna o alginato insolúvel em água (BOBBIO & BOBBIO, 2001; SANTOS, 2012; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2013).

Em termos moleculares, o alginato é um copolímero linear composto de dois blocos principais formados por unidades de ácido β -D-manurônico (M) e ácido α -L-gulurônico (G) unidos por ligações 1,4 podendo variar em composição e sequência (Figura 1) (MÜLLER *et al.*, 2011).

Figura 1. Estrutura dos blocos que constituem a molécula de alginato.



Fonte: Adaptado de Iwamoto *et al.* (2005).

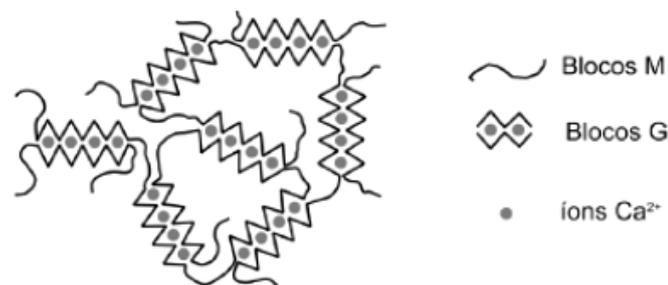
A proporção e distribuição dos monômeros M e G determinam grande parte das propriedades dos alginatos e varia de acordo com as espécies das algas marinhas (AZEREDO *et al.*,). Os alginatos ricos em guluronato (G) formam géis fortes, mas quebradiços, enquanto

que aqueles ricos em manuronato (M) formam géis mais fracos, contudo flexíveis (CURATEC, 2013).

É necessário ressaltar a dependência de cátions para a formação de gel. A presença de grupos carboxila (COO^-) faz com que os alginatos sejam capazes de fazer ligações cruzadas com cátions metálicos di- ou trivalentes, especialmente com íons cálcio (Ca^{2+}) para produzir géis ou filmes, sendo utilizado para isso o cloreto de cálcio (NAKAMURA *et al.*, 1995; HAMBLETON *et al.*, 2009).

As ligações cruzadas entre o alginato e íons cálcio resultam na formação de uma estrutura conhecida como “caixa de ovo”, em que os íons Ca^{2+} ficam localizados em cavidades ligando blocos G de cadeias adjacentes (Figura 2) (NAKAMURA *et al.*, 1995; HAMBLETON *et al.*, 2009).

Figura 2. Redes de alginatos com blocos M e G, apresentando estruturas tipo “caixa de ovo”.



Fonte: Brodkorb (2011) *apud* Azeredo *et al.* (2011)

Embora os alginatos sejam solúveis em água, as ligações cruzadas com Ca^{2+} causam a insolubilidade dos alginatos (NAKAMURA *et al.*, 1995). Em contraste com a maioria dos polissacarídeos, as formas de alginato gelificam praticamente independente da temperatura. No entanto, a exposição prolongada ao calor, escassez de agentes quelantes de íons de Ca^{2+} e variações extremas do pH degradam o polímero, apresentando como consequência a perda das propriedades do gel (PAULO *et al.*, 2009; PASIN *et al.*, 2012).

Dentre os hidrocolóides, o alginato e a pectina destacam-se pelo seu emprego em diversos sistemas alimentícios graças à capacidade de formarem géis por meios químicos, diferindo dos outros, nos quais os géis são formados termicamente (FONTES, 2005).

O alginato também vem sendo largamente aplicado de modo particular nas indústrias alimentícias e farmacêuticas devido à sua capacidade de reter água, formar filmes e géis, espessar, estabilizar e formar emulsões (FONTES, 2005).

O mecanismo de gelificação é um processo de troca iônica, no qual o sódio do alginato é trocado com o cálcio presente no meio gelificante através da ligação química entre dois grupos carboxila, presentes em resíduos de ácido poligulurômico adjacentes. Os íons de cálcio têm por função manter as cadeias de alginato juntas pelas interações iônicas após a formação de pontes de hidrogênio entre as cadeias, produzindo gel com estrutura de rede tridimensional (SANTOS, 2012).

O alginato de sódio forma soluções de alta viscosidade aparente mesmo a baixas concentrações devido a seu alto peso molecular e à natural rigidez de suas moléculas, as suas soluções são pseudoplásticas. O comportamento pseudoplástico das soluções de alginato ocorre nas concentrações comumente utilizadas, na maioria das suas aplicações. A solução flui mais prontamente, quanto mais é agitada ou bombeada (ALISTE, 2000).

Santos (2012) estudou os fatores que influenciam a produção e nas características de esferas de alginato e concluiu que concentrações elevadas de alginato originaram esferas com massa e firmeza superiores e adesividade inferior do que concentrações mais baixas deste composto. Em relação ao cloreto de cálcio, observou que concentrações mais elevadas deram origem a esferas mais firmes e com maior adesividade. Sobre a temperatura do preparado, observou que esta tinha efeito na eficiência, na produtividade e no tempo de operação e, pouco significativo nas características das esferas.

Por meio de avaliação toxicológica, se estabelece valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) para diversos aditivos. Para o alginato de sódio e cloreto de cálcio a RDC nº 386 (Brasil, 1999) especifica quantidade sem prescrição, ou seja, pode ser utilizado em quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário. Segundo a mesma resolução, o alginato de sódio pode ser utilizado como espessante, estabilizante e gelificante e, o cloreto de cálcio como agente de firmeza e estabilizante (BRASIL, 1999).

Entre os polissacarídeos, o alginato constitui um dos polímeros mais usados devido às suas propriedades coloidais e habilidades para formar géis fortes ou polímeros insolúveis ao ter reações com cátions metálicos polivalentes (KING, 1983; RHIM, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2011). Principalmente o alginato de sódio, tem larga aplicação no mercado alimentício, destacando-se na fabricação de sorvetes para promover textura lisa e macia e evitar formação de cristais de gelo, laticínios em geral, reestruturados cárneos, preparados de frutas, panificação como anti-aglomerante em massas e recheios forneáveis. Também é utilizado como estabilizante em molhos e espessante para sucos naturais (BOBBIO & BOBBIO 2001; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Como agente microencapsulante, o alginato de sódio é comumente utilizado devido à sua alta solubilidade em água fria e característica de transição sol-gel de forma instantânea e irreversível diante dos íons cálcio quando comparado com outros sais de alginato (FUNAMI *et al.*, 2009).

A microencapsulação com alginatos destaca-se em virtude dos benefícios da ingestão diária de alginatos como fibra para redução dos níveis de açúcar e colesterol no sangue, bem como sua capacidade de prolongar a vida dos produtos. Podendo resultar em um produto final que pode proteger os compostos bioativos nutracêuticos dos alimentos encapsulados de fatores negativos, tais como umidade e calor, e melhorar a estabilidade e biodisponibilidade desses compostos. Neste sentido, a microencapsulação pode ser utilizada para a preservação dos alimentos durante o processamento e armazenamento (PASIN *et al.*, 2012).

Pagani *et al.* (2014) obteve gotas de mamão por gelificação iônica com alginato de sódio e analisou as mudanças físico-químicas e microbiológicas do produto por 21 dias em expositores a $5\pm 1^\circ\text{C}$. Os resultados microbiológicos indicaram que as gotas de mamão estavam de acordo com a legislação até o 21º dias e apresentaram boas características nutricionais, tornando viável a futura comercialização.

Amine *et al.* (2014) estudaram a viabilidade de *Bifidobacterium longum* 15708 microencapsulado por extrusão e pela técnica de pulverização utilizando alginato como matriz para imobilização. Os resultados indicaram que as microcápsulas obtidas por pulverização foram as mais eficazes em preservar a viabilidade bacteriana, com uma perda de viabilidade de 2 log ao fim de 24 h, em comparação com os grânulos de extrusão e as células livres, no qual, respectivamente, foram observados uma perda de 2,9 log e 2,75. Os resultados mostraram a viabilidade da encapsulação do probiótico com alginato.

Martins *et al.* (2014) avaliaram extratos fenólicos obtidos a partir de botões florais de amoras silvestres (*Rubus ulmifolius* Schoot). Foi realizada a liofilização e a microencapsulação dos extratos pela técnica de spray seguida de coagulação com alginato e, em seguida, foram incorporadas num iogurte natural. Os resultados obtidos mostraram a microencapsulação originou produtos com atividade antioxidante superior e com melhor preservação ao longo do tempo. Os autores relatam a eficiência da microencapsulação para a preservação dos fenóis.

3.4 Encapsulação por gelificação iônica

A polimerização iônica, ou ligação iônica de polieletrólitos, apresenta condições brandas, é simples, rápida e de baixo custo. Envolve uma solução polimérica aquosa com íons de baixa massa molar, em que polieletrólitos de cargas opostas interagem formando um complexo. Cápsulas de alginato ou pectina de baixo teor de metoxilação são muito usadas como material de cobertura, sendo os íons cálcio o agente de reticulação mais utilizado (MUKAI-CORREA *et al.*, 2005).

De uma forma geral, o processo de gelificação de polissacarídeos ocorre através da formação de ligações não covalentes entre cadeias ou outras estruturas terciárias. Este processo origina a formação de um sistema coloidal constituído por dois componentes (disperso e dispersivo) em que o componente disperso, constituído por uma rede tridimensional formada pelas cadeias poliméricas, pode ser visualizado como um sólido que forma uma estrutura interpenetrável, enclausurando o segundo componente, o dispersivo que é o solvente (GIL, 1990). O material encapsulado é denominado de recheio ou núcleo, e o material que forma a cápsula, encapsulante, cobertura ou parede. (BAKER, 1986).

3.5 Embalagem de Vidro

O vidro resulta da fusão de diversas matérias-primas, e quando arrefecido, transforma-se em um produto rígido, transparente, homogêneo, estável, amorfo e isotrópico. Apesar das várias formulações desenvolvidas nos últimos anos, continua sendo basicamente constituído por três elementos: sílica, cálcio e sódio. Pode ser obtido por resfriamento de uma massa em fusão que endurece pelo aumento contínuo da viscosidade até atingir a condição de rigidez, sem sofrer cristalização (SANTOS, 2003).

A indústria de vidro tem reconquistado nos últimos anos seu espaço no mercado de embalagens, demonstrando que o vidro preserva as características do produto por mais tempo e que possui um preço estável e competitivo, além de deixar a embalagem mais sofisticada e ser fabricado a partir de uma matéria prima renovável (CANÇADO, 2003).

A embalagem de vidro é inerte, higiênica, não interfere no sabor dos alimentos e bebidas ou na composição de perfumes e medicamentos, garantindo assim a qualidade original do seu conteúdo. Pode atuar também como uma barreira natural contra as bactérias, pois é praticamente impermeável ao oxigênio, mantendo bebidas e alimentos frescos, e com suas propriedades conservadas. Esse tipo de embalagem pode armazenar qualquer produto por toda sua vida útil (SANTOS, 2003).

A tecnologia desenvolvida e aplicada ao vidro permitiu que ele adquirisse novas vantagens em relação a outros materiais. Seu peso foi sensivelmente reduzido, ao mesmo tempo em que se tornou mais resistente. E como embalagem, o vidro é o único material que corresponde plenamente a duas características essenciais das embalagens modernas: protege a natureza, pois o vidro é completamente reciclável, sendo que um quilo de vidro usado dá origem a um quilo de vidro novo, e protege o consumidor, não contaminando o produto embalado, não exigindo aditivos para protegê-lo da embalagem, e deixando visível o seu interior (PRADO, 2007).

3.6 Conservação por Refrigeração

A utilização de baixas temperaturas para conservar alimentos é um método antigo. Na pré-história os homens já armazenavam a caça em meio ao gelo para comê-la posteriormente. A utilização de frio para a indústria de alimentos foi um grande avanço que possibilitou o armazenamento e transporte de produtos perecíveis (ORDÓÑEZ, 2005). Essa tecnologia permite que os alimentos e produtos alimentícios conservem suas qualidades nutritivas e sensoriais por um longo período de tempo (EVANGELISTA, 2000).

Os sistemas de conservação de alimentos permitem retardar ou evitar a alteração/decomposição das características dos alimentos, bem como o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, preservando as suas qualidades nutricionais e organolépticas (LEONEL, 2002).

O uso do frio no processamento de alimentos age de maneira inibitória. De modo geral, as reações químicas, enzimáticas e o crescimento microbiológico são apenas inibidos com a diminuição da temperatura. Esse tipo de processamento não melhora a qualidade dos produtos, desse modo, apenas tecidos sadios e de qualidade devem ser refrigerados, uma vez que a temperatura baixa não destrói o patógeno, apenas diminui sua atividade. A aplicação do frio pode ocorrer pelo resfriamento ou congelamento do produto fresco ou processado (ORDÓÑEZ, 2005).

No processo de refrigeração, o alimento tem sua temperatura reduzida para valores entre -1 e 8°C, ou seja, implica em mudanças no calor sensível do produto. Desse modo, é possível reduzir a velocidade das transformações microbiológicas e bioquímicas nos alimentos, prolongando assim a sua vida útil por dias ou semanas (FELLOWS, 2006).

3.7 Desenvolvimento de Novos Produtos

Em busca da inovação na indústria de alimentos, a meta é o lançamento de novos produtos no mercado para atender necessidades e gostos dos consumidores, como produtos mais atrativos, saborosos e digestivos. Com isso, necessita-se uma ampla quantidade e variedade de alimentos processados e com valor agregado com custo acessível, para atender a demanda do consumo atual (BRAGANTE, 2014; GIL, 2005).

Um novo produto é decorrente de uma versão similar já existente no mercado, ou da incorporação de alguma melhoria no produto (VALVASSORI, 2010). A busca por alimentação saudável cria oportunidades para inovações, como redução de substâncias que desejam evitar; produtos sem aditivos, “naturais”; alimentos fortificados com vitaminas e sais minerais; alimentos “functional fresh” (funcionalidade e pureza dos produtos), além disso, produtos que possuem ingredientes com função de saciar o apetite e queimar calorias estão sendo vistos como mais eficazes no controle de peso do que alimentos sem ingredientes calóricos.

Conforme pesquisa realizada pela Brasil Foods Trends (2010), as tendências e recentes exigências dos consumidores nos alimentos pelo mundo afora são, a sensorialidade e prazer (harmonização de bebidas, novas texturas e sabores, socialização na alimentação, e o alimento como um elo entre as pessoas dentro e fora do lar), saudabilidade e bem-estar (alimentos funcionais, produtos para dietas e orgânicos), conveniência e praticidade (economia de tempo e esforço dos consumidores, refeições semi-prontas, alimentos de fácil preparo, embalagens de fácil abertura), confiabilidade e qualidade (produtos com segurança e qualidade, valorizando origem e os selos de qualidade) e sustentabilidade e ética (menor “pegada” de carbono, baixo impacto ambiental, além de não causar maus tratos aos animais).

Desse modo, a encapsulação deixa de ser somente um método de agregação de substâncias à uma formulação alimentícia, para tornar-se uma fonte de ingredientes totalmente novos e com propriedades únicas (ANEKELLA, 2013).

3.8 Análise Sensorial

O vinho é uma bebida complexa, com muitas características que podem afetar a preferência do consumidor (aparência, aroma, sabor, corpo e sabor residual), e que contribuem para a qualidade global e aceitação de um vinho (DOOLEY et al., 2012).

Desse modo, a análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações decorrentes de reações fisiológicas e resultantes de certos

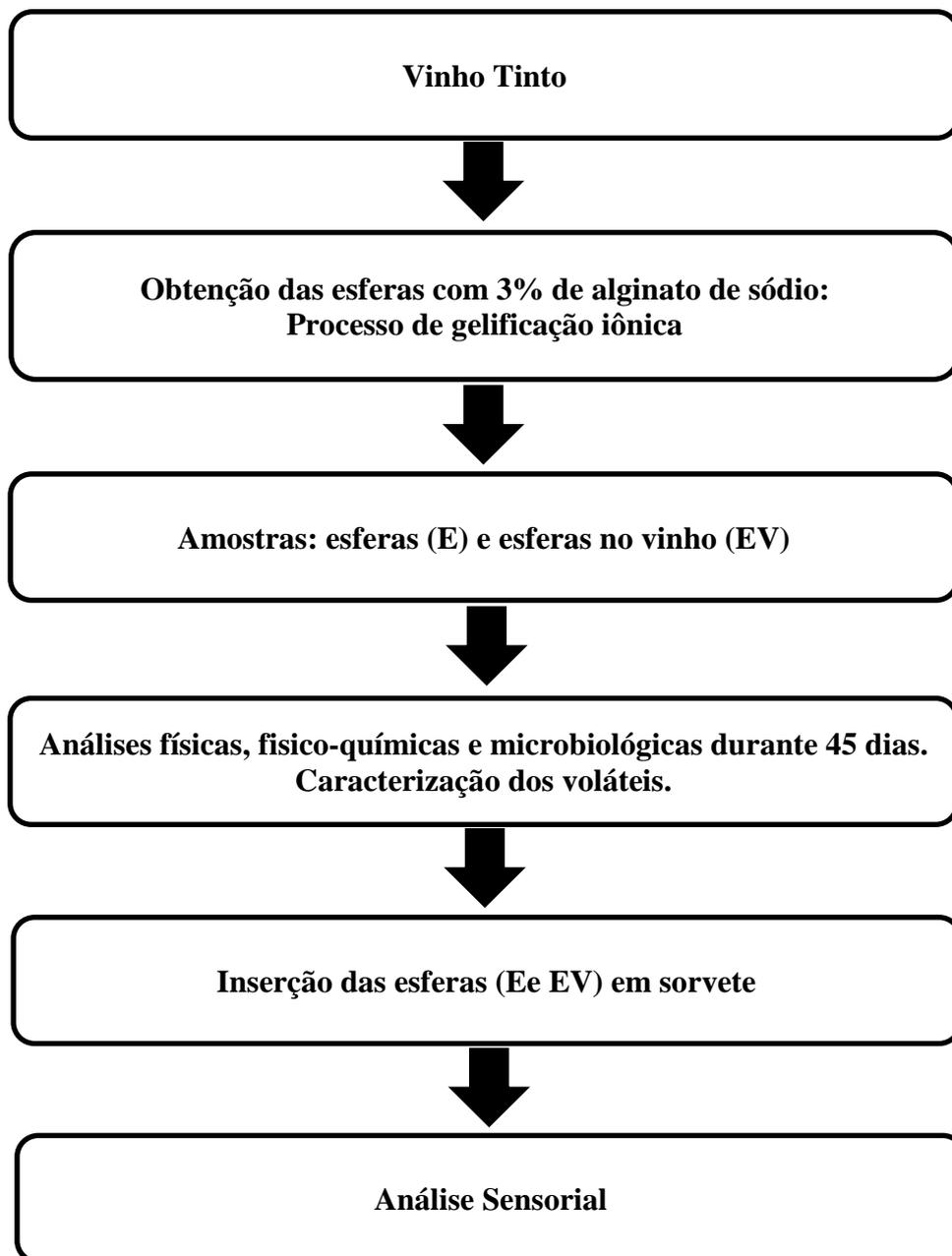
estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto, é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos, e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Nesta avaliação, os indivíduos, por meio dos próprios órgãos sensoriais, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (IAL, 2008).

A análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características de alimentos ou outros materiais, do modo como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (JESUS, 2010). Os métodos utilizados em análise sensorial de alimentos, bebidas e água, descrevem os componentes ou parâmetros sensoriais e medem a intensidade em que são percebidos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Análise de Alimentos e de Embalagens e os compostos voláteis foram determinados no Laboratório de Aromas e Flavor da Universidade Federal de Sergipe (UFS), na cidade de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Segue abaixo o fluxograma (Figura 3) para obtenção das microcápsulas de vinho tinto.

Figura 3. Fluxograma da obtenção das esferas de vinho tinto e análises realizadas



Fonte: Autoria própria, 2018.

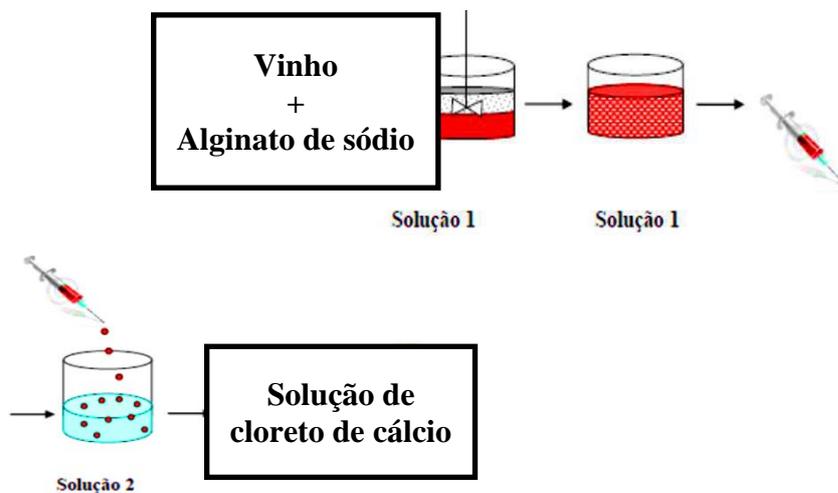
4.1 Matéria prima

O vinho tinto nacional, produzidos com uvas Cabernet Sauvignon e Merlot. Não houve a necessidade de nenhum tratamento prévio do vinho para o processo de gelificação iônica.

4.2 Obtenção das esferas de vinho

As esferas de vinho tinto foram obtidas através da técnica de gelificação iônica (Figura 4). Para o processo de gelificação iônica foi utilizada a metodologia de gotejamento, e foram feitas duas soluções: *solução (1)*- preparada com alginato de sódio (3%) e vinho tinto, utilizando um homogeneizador modelo RI1341 da marca Philips para o preparo, *solução (2)* - solução aquosa com concentração de 3% de cloreto de cálcio, a diluição foi feita manualmente.

Figura 4. Representação da gelificação iônica por gotejamento



Fonte: Pagani *et al.* (2014)

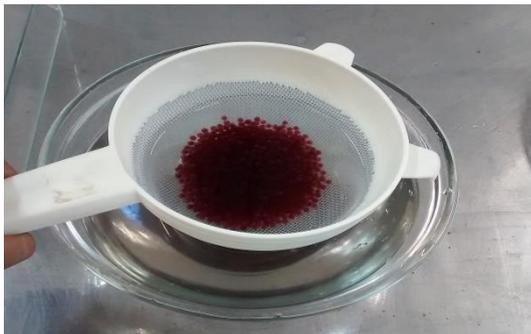
A *solução (1)* foi inserida em seringas de 25 mL e gotejada por gravidade sobre a *solução (2)* (Figura 5). As esferas formadas permaneceram em repouso na solução 2 por aproximadamente 1 minuto, e com auxílio de peneiras foram drenadas e imersas em água destilada para retirada de possíveis resíduos da solução 2 (Figura 6). Após a lavagem, as mesmas foram drenadas (Figura 7).

Figura 5. Processo de gotejamento da solução (vinho e alginato de sódio) na solução de cloreto de cálcio.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 6. Processo de lavagem das esferas de vinho.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 7. Drenagem das esferas de vinho.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Em seguida foram acondicionadas em potes de vidro com capacidade de 30g (Figura 8). Sendo que, em um dos tratamentos, foi adicionado o próprio vinho como solução conservante. Os potes contendo os dois tratamentos foram armazenados à temperatura de refrigeração a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$, e durante o período de armazenamento foram caracterizadas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Figura 8. Esferas de vinho tinto (E) e Esferas de vinho tinto imersas no vinho (EV).



Fonte: Autoria própria, 2018.

4.3 Análises Físicas

Rendimento

O rendimento foi obtido pesando o vinho antes e após o encapsulamento, calculando-se a razão entre o peso das esferas e o peso do vinho multiplicada por 100 (OLIVEIRA, 2011).

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Peso das esferas}}{\text{Peso do vinho}} * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Tamanho e peso das esferas

Foram avaliados o tamanho das esferas de vinho utilizando um paquímetro digital Pantec® com a escala de 0 a 150 mm.

Para mensurar o peso das esferas, foi utilizada a balança digital analítica de capacidade de 0,001g – 30g. Este procedimento foi realizado em quintuplicata.

4.4 Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas descritas a seguir, foram realizadas a cada 15 dias durante o período de 45 dias de armazenamento. Esta caracterização teve como finalidade avaliar os componentes nutricionais das esferas de vinho.

Umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa (Icamo modelo 4) a 105° C, até peso constante, seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (012/IV, 2005). A amostra foi pesada em balança analítica (*Radwag AS 220/C/2*) com precisão 10⁻⁴ Kg. Os resultados foram expressos em percentual.

Cinzas ou Minerais

Foi utilizado o método de incineração em mufla segundo metodologia descrita pelo método 900.02 da Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1996). As pesagens foram realizadas em balança analítica (*Radwag AS 220/C/2*) com precisão 10⁻⁴ kg até a obtenção de peso constante. Os resultados foram expressos em percentual.

Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria, conforme as normas da Association of Official Analytical Chemists – AOAC (1992), utilizando o refratômetro digital Kruss – Germany. O resultado foi expresso em °Brix.

Acidez Titulável

O teor de acidez foi determinado pelo método de acidez titulável determinada por titulação com NaOH 0,1M de acordo com o método N° 22.058 da Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (1984) e expressa em porcentagem de ácido tartárico.

pH

Para determinação do pH foi utilizado o método potenciométrico seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005,017/IV). As leituras de pH foram realizadas com um auxílio de um potenciômetro em eletrodo de vidro da marca *Tecnopon*, modelo MPA-210, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C. Foram pesados 5g da amostra, que

foram diluídos com o auxílio de 50mL de água destilada, e foi feita a leitura direta do pH no aparelho.

Compostos Fenólicos Totais

As extrações foram realizadas na proporção 1:10 (amostra:solvente), utilizando metanol acidificado 0,1% com ácido clorídrico como solvente. Foi pesado 3 gramas de cada amostra em tubos de polipropileno de 50 mL, e foi adicionado 30 mL do solvente. As amostras foram então submetidas à extração em ultrassom por 1: 30 minutos sob agitação magnética. Ao final, as amostras foram centrifugadas por 10 minutos e o sobrenadante foi analisado.

A determinação de formas fenólicas totais foi realizada empregando-se o método de Folin-Ciocalteu, adaptado por Singleton & Rossi (1965). Foram colocados 150 µL do extrato, 2400 µL de água destilada e 150µL do reagente Folin-Ciocalteu 0,25 N em um tubo de ensaio e agitado usando um Vortex. A mistura ficou reagindo por 3 minutos e posteriormente foi adicionado 300 µL de carbonato de cálcio (Na_2CO_3) 1N, e agitado. A solução foi incubada a uma temperatura de 23°C por 2 horas no escuro. A absorbância utilizada foi de 725 nm e foi usado um espectrofotômetro (Modelo UV-2601 *Rayleigh*) para a leitura. Os resultados foram expressos em ácido gálico (GAE; mg/100g de amostra) , usando a curva padrão de ácido gálico (0 – 0,1 mg/mL). Foram feitas diluições para os valores de absorbância que excederam a curva de calibração.

Taninos Totais

Os teores de taninos totais nos extratos foram obtidos por dissolução de cada extrato bruto metanólico (250 mg) em água destilada (500mL). Numa alíquota dessa mistura (2 mL), foi adicionado o reagente Folin-Denis (2mL) e a solução resultante foi agitada vigorosamente e deixada em repouso por 3 minutos. Uma solução aquosa de carbonato de sódio a 8% (2 mL) foi adicionada à mistura, agitada e deixada em repouso por 2 horas. A absorvância foi medida a 725 nm, e um branco foi utilizado na leitura.

A partir dos resultados obtidos foi construída a curva de calibração analítica, utilizada para o cálculo dos teores de taninos totais (SEIGLER *et al.*, 1966).

Antocianinas

Para a quantificação de antocianinas, pelo método de pH único, foi adaptado a partir dos trabalhos de Fuleki & Francis (1968a; 1968b). O teor das antocianinas nos extratos foi

quantificado de acordo com método da transferência quantitativa de uma alíquota (V_{alq}) do extrato concentrado para balão volumétrico de 10 mL, tendo o volume completado com solução etanol 95% - HCl 1,5N (85/15), formando, dessa maneira, o extrato diluído. Os valores de absorvância foram contrastados com os valores dos brancos (solução etanol-HCl 1,5N (85/15)). O cálculo do teor de Antocianinas Totais (Ant T) por 100 gramas da fração avaliada foi efetuado de acordo com a Equação 2 a seguir.

$$\text{Ant T (mg/100g amostra)} = \frac{\text{DO} \times V_{E1} \times V_{E2} \times 1000}{V_{alq} \times m \times 982} \text{ (Equação 2)}$$

Atividade Antioxidante (ABTS)

A atividade antioxidante pelo método ABTS.+ [2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] foi feita conforme a metodologia descrita por Boroski *et al.*, (2015). O radical ABTS.+ foi formado pela reação de 5 mL da solução ABTS.+ 7mM com 88 μ L da solução de persulfato de potássio 140mM, incubados à temperatura de 25°C e na ausência de luz, durante 16 horas. Uma vez formado, o radical foi diluído com etanol P.A. até a obtenção do valor de absorvância de $0,700 \pm 0,020$ a 734nm. A curva padrão de Trolox nas concentrações de 100 e 2000 μ mol/L foi empregada para obtenção dos resultados. Os resultados foram expressos em μ mol de Trolox equivalente (TE)/g.

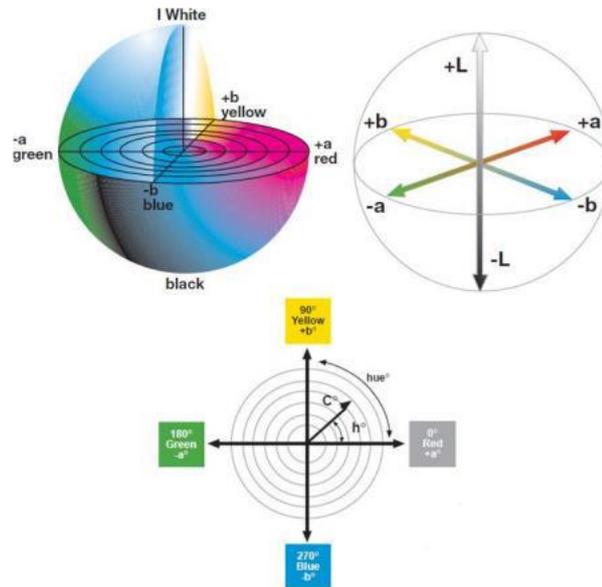
4.5 Análise instrumental da cor

As medidas dos parâmetros colorimétricos foram obtidas com a utilização do colorímetro Color Meter Minolta CR 200b. As amostras foram dispensadas em cubeta de vidro de 2mm de espessura, onde ocorreu a leitura.

Neste método, é utilizado um espaço de cor tridimensional, onde cada cor é definida pelas coordenadas L^* , a^* e b^* em diferentes eixos (uma representação cartesiana sobre 3 eixos ortogonais) (Figura 2). A coordenada L^* determina a luminosidade da amostra ($L^*=100$: branco e $L^*=0$: preto), enquanto as coordenadas a^* e b^* são os componentes de cor que variam do verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$) e do azul ($-b^*$) ao amarelo ($+b^*$). Há também os derivados destas coordenadas que complementam a informação fornecida, sendo croma (C^*) a saturação ou “vivacidade” da cor e o ângulo da tonalidade da cor representado por h . O

centro do espaço de cor CIELAB é acromático e a saturação da cor aumenta à medida que os valores de a^* e b^* se afastam do centro (OIV, 2006) (Figura 9).

Figura 9. Parâmetros de cor segundo método CIEL*a*b*



Fonte: Zielnik (2006)

O valor de C^* representa a cromaticidade, ou seja, a saturação ou “vivacidade” da cor, permitindo determinar para cada tonalidade de cor o seu grau de diferença em comparação ao cinza sob o mesmo grau de luminosidade. Por este motivo, é considerado o atributo quantitativo da cor. Já o parâmetro h é a tonalidade da cor, cuja medida é dada em graus. Este é considerado o atributo qualitativo da cor, de acordo com o qual as cores têm sido tradicionalmente definidas, como avermelhado, amarelado, etc.

4.6 Extração dos compostos voláteis por Microextração em fase sólida (HS-SPME)

Os compostos voláteis foram extraídos pela técnica de microextração em fase sólida aplicando os parâmetros de uma metodologia validada e desenvolvida por Arcari *et al.* (2017). Utilizando uma fibra de divinilbenzeno/carboxeno/polidimetilsiloxano 50/30 μm (DVB/CAR/PDMS) de 1 cm (Supelco, Bellefonte, EUA), a qual foi condicionada de acordo com as recomendações do fabricante. A extração foi realizada em frascos de 20 mL sendo adicionado 5 mL da amostra, 1,5g de NaCl e uma barra de agitação magnética. Em seguida, o *vial* foi selado com um septo de silicone e imerso em um banho-maria controlando a temperatura a 56°C e sob agitação constante de (250 rpm). Após 5 min a fibra foi exposta ao

headspace durante 55 min, com o objetivo de adsorver os compostos voláteis. Após o processo de extração, a fibra foi introduzida no injetor cromatográfico a gás acoplado ao espectrômetro de massas, para dessorção térmica dos analitos a uma temperatura 250°C, no modo *splitless*, por 2 min.

Determinação dos compostos voláteis por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas

Para determinação dos compostos voláteis foi utilizado cromatógrafo a gás (*Agilent Model 7890B*) acoplado a um espectrômetro de massa (*Agilent Model 5977A MSD*). A separação cromatográfica foi realizada empregando coluna capilar VF-WAXms (30m comprimento x 0,25 mm diâmetro interno x 0,25 µm de espessura do filme). A programação da temperatura do forno iniciou a 40°C, permanecendo nessa temperatura por 5 minutos, em seguida aumentando 3°C por min, até atingir 180°C, para em seguida aumentar 10°C por minuto, até atingir 240°C, permanecendo nesta temperatura durante 5 minutos. A temperatura da linha de transferência foi de 250°C, com uma voltagem de ionização de 70 V e faixa de scanning de massa de 35 a 400 u.m.a (unidade de massa atômica).

Identificação e quantificação dos compostos voláteis

A identificação dos voláteis foi realizada por comparação do tempo de retenção obtido para a amostra em relação aos padrões dos voláteis injetados sob as mesmas condições e, baseada nos espectros de massa confrontados àqueles presentes na base de dados espectrais do National Institute of Standards and Technology (NIST). O índice de retenção (LTPRI—linear temperature programmed retention index) foi calculado, usando uma mistura comercial de hidrocarbonetos (C8 – C30). A identificação dos compostos voláteis presentes na amostra que não se teve padrões de referência foi realizada comparando-se os LTPRI e os espectros de massa obtidos para a amostra com os espectros de massa da base de dados espectrais NIST e LTPRI da literatura.

A quantificação por padronização interna foi realizada por meio de regressão linear, foram preparadas curvas de calibração com no mínimo 5 pontos para os padrões de referência (não foi possível preparar curvas para todos os compostos identificados, Tabela 14). A área relativa de cada composto (área do compostos/área do padrão interno) foi expressa graficamente versus a concentração do respectivo composto. O processo de simequantificação foi aplicado para os demais compostos, assumido o fator de resposta igual a 1, curvas de

calibração dos padrões de referência foram aplicadas para compostos com a mesma classe química. O 3-metil 2-hexanol foi utilizado como padrão interno, na concentração de 1 g/L.

Valores de atividade de odor

A contribuição de cada composto volátil ao aroma do vinho tinto e para as amostras encapsuladas foi avaliada qualitativamente através do seu descritor de odor associado e quantitativamente via seus OAVs. O OAV foi calculado usando a equação $OAV = C/T$, onde C é a concentração (em $\mu\text{g/L}$) de cada composto na amostra e t é o valor do limiar de percepção (em $\mu\text{g/L}$). Os valores de limiar foram obtidos a partir de informações disponíveis na literatura. (Arcari, Caliari, Sganzerla, & Godoy, 2017; Jiang, Xi, Luo, & Zhang, 2013; Welke, Zanús, Lazzarotto, & Alcaraz Zini, 2014).

4.7 Análises Microbiológicas

Foram realizadas as análises microbiológicas de coliformes totais, bolores e leveduras nas amostras E (esferas de vidro) e EV (esferas de vinho inseridas no vinho). As análises de coliformes totais, bolores e leveduras foram realizadas no tempo inicial e com 45 dias de armazenamento.

Preparo das amostras para análise microbiológica

Cada amostra foi primeiramente homogeneizada, e dessa, foi transferido 25mL, individualmente, para um *Erlenmeyer* contendo 225 mL de água peptonada tamponada estéril, e posterior homogeneização (diluição 10^{-1}); a partir desta diluição foram realizadas diluições sucessivas (10^{-2} e 10^{-3}).

Contagem de bolores e leveduras

Para a contagem de bolores e leveduras, foi empregado o meio Potato Dextrose Ágar (PDA). Utilizou-se o método de plaqueamento em superfície “spread plate”, onde foram inoculadas alíquotas de 0,1mL da amostra diluídas (10^{-1} a 10^{-3}), com auxílio da alça de Drigalsky, em duplicata de placas, seguido de incubação à 25°C por 48 horas. Após este período procedeu-se a contagem dos bolores e leveduras crescentes nas placas, e obtenção da média em UFC/mL (BRASIL, 2003).

Pesquisa de Coliformes Totais

Para pesquisa de coliformes, foram feitas duas diluições seguintes, a primeira em tubos de ensaio contendo 9,0 mL de solução peptonada 0,1%, visando à recuperação de células injuriadas (SILVA *et al.*, 1997). Para tal, a amostra foi inoculada em triplicata (1,0mL, 0,1mL e 0,01 mL) em tubos contendo 10,0mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) com tubos de Durham e incubada a 35°C por 24 horas. Decorrido o tempo de incubação, separou-se os tubos positivos, ou seja, que apresentarem turvação e com gás no interior do tubo de Durham.

Transferiu-se uma alçada de cada tubo positivo de caldo LST para outro tubo contendo caldo EC. Incuba-se a 45°C durante 24 horas. Foram selecionados os tubos positivos (turbos e com gás no interior dos tubos de Durham). Utilizou-se a tabela NMP para calcular o "Número Mais Provável" de coliformes à 45°C por g de amostra.

4.8 Análise Sensorial

As amostras das esferas de vinho foram adicionadas ao sorvete de sabor creme e submetidas à avaliação sensorial no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Sergipe. Utilizou-se teste afetivo de aceitação para verificar aceitabilidade dos consumidores sobre as características das esferas de vinho.

Os participantes provaram as amostras que foram servidas sequencialmente em blocos completos balanceados, com relação à ordem de apresentação das mesmas. Os testes sensoriais foram conduzidos com equipe de 112 provadores não treinados, de ambos os sexos, em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial da instituição. As esferas foram preparados no máximo 24 horas antes dos testes e mantidos em temperatura de -18°C até o momento de servir. Os provadores receberam aproximadamente 30 g de cada amostra, com temperatura entre -10 e -8°C, servidas em copos de plástico descartáveis com uma colher plástica, codificados com números aleatórios de três dígitos, acompanhada da ficha de avaliação do perfil dos provadores (ANEXO A) e a ficha de aceitação e intenção de compra (ANEXO B), um copo com água mineral e caneta esferográfica. Os provadores foram orientados a fazer uso da água na degustação entre as amostras e a expor comentários livres nas fichas de avaliação do produto. Os atributos analisados foram cor, textura, sabor e a aceitação global. Para o teste de aceitação foi utilizada a escala estruturada, de 9 pontos, apresentando os termos 9 – gostei extremamente; 8 – gostei muito; 7 – gostei moderadamente; 6 – gostei ligeiramente; 5 – não gostei, nem desgostei; 4 – desgostei ligeiramente; 3 – desgostei moderadamente; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei extremamente (DUTCOSKY, 2013). Para o recrutamento dos consumidores foram selecionados provadores não treinados,

que se declararam consumidores de vinho, sendo que antes da degustação os mesmos foram instruídos a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C), permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste. O teste intenção de compra foi realizado utilizando-se escala estruturada de 5 pontos nos termos 5 – certamente compraria; 4 – provavelmente compraria; 3 – tenho dúvida se compraria; 2 – provavelmente não compraria e 1 – certamente não compraria (DUTCOSKY, 2013).

4.9 Análise Estatística

Os resultados das análises foram realizados em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições de cada experimento.

Todos os dados foram analisados empregando o *software* SAS versão 9.2. Os resultados do teste de aceitação e intenção de compra foram apresentados na forma de histogramas de frequência.

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e Teste de Tukey a 5% de significância, para detecção de diferenças entre médias dos tratamentos.

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização do vinho tinto

As análises de caracterização do vinho tinto estão apresentadas na Tabela 1, com seus respectivos resultados.

Tabela 1. Análises de caracterização do vinho tinto.

Análises	Resultados (média ± desvio padrão)
Umidade (%)	94,4 ± 0,10
Cinzas (g.L ⁻¹)	1,62 ± 0,01
Sólidos Solúveis (°Brix)	8,7 ± 0,12
Acidez Titulável (g.L ⁻¹)	5,3 ± 0,12
pH	3,59 ± 0,09
Compostos Fenólicos (mg EAG/L ⁻¹)	1542,93±23,09
Taninos Totais(g.L ⁻¹)	2,0±0,13
Antocianinas (mg.L ⁻¹)	193,02 ± 0,33
Atividade Antioxidante (ABTS) (µmolTrolox equivalente (TE).L ⁻¹)	195,14 ± 0,40
Cor	L* - 32,73 ± 0,19 a+ - 16,44 ± 0,53 b+ - 15,72 ± 0,34 C -22,74 ± 0,58 H° - 43,70 ± 0,45

Fonte: Aatoria própria, 2018.

O vinho apresentou teor de umidade de 94,4%.Apresentando-se como constituinte majoritário do vinho, 85% do seu volume total, a água exerce um papel fundamental no estabelecimento das características físicas, químicas e sensoriais desta bebida, governando as características básicas de escoamento e atuando como componente essencial presente em

muitas reações químicas durante o processamento, maturação e envelhecimento do vinho (JACKSON, 2008).

Com relação a variável cinzas, que mede os minerais, o vinho apresentou um valor em $1,62 \text{ g.L}^{-1}$, estando de acordo com a legislação brasileira que estabelece o valor mínimo de cinzas para vinhos tintos em $1,5 \text{ g.L}^{-1}$. As cinzas representam elementos minerais presentes no vinho e geralmente correspondem a 10% do extrato seco reduzido, correspondendo à matéria inorgânica que resta depois de se evaporar e incinerar mostos ou vinhos (AMERINE e OUGH, 1976).

Para os teor de sólidos solúveis encontrados no vinho (Tabela 1), foi encontrado valor médio de $8,7^\circ$ Brix.

A acidez titulável observada apresentou média de $5,3 \text{ g.L}^{-1}$ para este parâmetro, encontrando-se dentro do intervalo de referência preconizados pela legislação ($4,125$ a $9,75 \text{ g.L}^{-1}$, de ácido tartárico) (BRASIL, 2004). A acidez é um parâmetro importante para a determinação da qualidade do vinho (RIZZON et al., 1999). A acidez do vinho garante estabilidade de cor, características sensoriais e também estabilidade microbiológica, dessa maneira, uma diminuição acentuada da acidez no vinho pode provocar alterações de brilho, aroma e gosto, além disso, o vinho se torna um meio mais frágil e susceptível à contaminações (FLANZY, 2000). O ácido tartárico é o mais forte dentre os ácidos orgânicos do vinho e, por isso, influi no pH e nas características sensoriais dos vinhos (RIZZON e MIELE, 2001).

Quanto ao pH, a amostra de vinho apresentou média satisfatória ($3,59$), considerando a faixa ideal de pH para vinhos tintos ($3,1 - 3,6$) reportada por Mota et al. (2009). Com pH mais baixo o vinho torna-se mais avermelhado, com pH mais alto o vinho é mais pardo ou de coloração mais púrpura (SOMERS; EVANS, 1977; OUGH, 1992). E níveis muito elevados de pH podem desestabilizar o vinho tanto biologicamente como do ponto de vista físico-químico, tornando-o mais propenso à proliferação microbiana e à oxidação (RIZZON e MIELE, 2002a).

Para os compostos fenólicos totais, o vinho apresentou média de $1542,93 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 1). A quantidade de compostos fenólicos pode variar consideravelmente nos vinhos tintos, mas em geral valores entre 1000 mg.L^{-1} e 4000 mg.L^{-1} são obtidos (revisado por MAMEDE e PASTORE, 2004). O conteúdo de compostos fenólicos totais em vinhos brasileiros variou de $1041,63 \text{ mg.L}^{-1}$ a $1958,78 \text{ mg.L}^{-1}$ no estudo de Granato et al. (2010), enquanto Minussi et al. (2003) obtiveram em média 1920 mg.L^{-1} .

As antocianinas são extraídas nos primeiros dias de fermentação, enquanto os taninos possuem extração mais lenta, diretamente proporcional à quantidade de álcool do meio (GUERRA, 2010). O conteúdo observado de taninos no vinho foi de 2,0 g.L⁻¹. E comparando o valor de antocianinas totais encontrado (Tabela 1) com os valores obtidos por Puértolas et al. (2010), que pesquisaram vinhos da variedade Cabernet Sauvignon do Nordeste da Espanha da Safra 2007, temos que o conteúdo de antocianinas totais foi inferior ao encontrado por Puértolas para as amostras de controle, de 562,49 mg L⁻¹ para um vinho com dois anos de idade. Oliveira et al. (2011), encontraram valores de antocianinas monoméricas variando de 9,14 a 156,48 mg. L⁻¹ em vinhos tintos produzidos no Brasil.

A determinação da atividade antioxidante total ou capacidade antioxidante equivalente em Trolox avalia o potencial antioxidante da amostra investigada comparando-a com uma solução padrão de Trolox (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996). O valor encontrado para a atividade antioxidante (ABTS) para o vinho foi de 195,14 µmol TE . L⁻¹.

Os resultados das determinações colorimétricas do vinho estão apresentados na Tabela 1. O vinho apresentou índice de L* (Luminosidade) igual a 32,76, sendo, portanto, de cor mais clara. Em relação as coordenadas a*, b* e C*, apresentou valores iguais a 16,44, 15,72 e 22,74, respectivamente, ou seja, menor cor vermelha e amarela e menor saturação da cor. O ângulo da tonalidade da cor indicou que o vinho se encontra mais próximo do eixo 0° (vermelho) mantendo-se mais afastadas do eixo 90° (amarelo). Vinhos tintos exibem tonalidades variando do púrpura ao alaranjado, passando por fases rubi, bordô e terracota ao longo do tempo. A coloração púrpura está relacionada comumente aos vinhos jovens, enquanto cores rubis e bordôs aos vinhos maduros. Os tons de vermelho terracota ou alaranjado são frequentemente associados aos vinhos envelhecidos (BERNARDO, 2005). Morrot et al. (2001) confirmam a importância do atributo cor ao desenvolver um estudo onde foi observado que a percepção da cor de um vinho influencia a identificação de seu odor e, possivelmente, de outras propriedades sensoriais. Uma equipe de 54 julgadores treinados não foi capaz de reconhecer olfativamente um vinho branco colorido artificialmente de vermelho com antocianinas purificadas, sendo descrito como vinho tinto. Estes autores citam que a cor do vinho parece fornecer uma informação do aroma.

5.2 Caracterização das esferas de vinho tinto

5.2.1 Parâmetros Físicos

Rendimento

O rendimento das esferas de vinho foi de 65% em relação a quantidade de vinho utilizado no processo de gelificação iônica. Oliveira (2011) e Xavier (2014) obtiveram 75,95% para gelificação iônica de polpa de mamão e 70% para gelificação iônica de polpa de maracujá, respectivamente. Essa maior porcentagem de rendimento nos estudos citados, pode está associado à utilização de água na preparação das polpas nos estudos.

Tamanho e peso das esferas de vinho tinto

Na tabela 2 estão dispostos os dados sobre o peso e diâmetro das esferas de vinho.

Tabela 2. Média e desvio-padrão do tamanho e peso das esferas de vinho.

	Esferas
Peso (g)	0,025 ± 0,001
Diâmetro (mm)	3,184 ± 0,081

Fonte: A autoria própria, 2018.

Os valores médios observados para o peso e diâmetro das esferas podem estar associados à concentração de alginato de sódio utilizado no processo, foi testada uma concentração menor, o qual originaram esferas com pouca resistência mecânica.

Passos (2016), ao estudar o processo de gelificação iônica em polpa de tomate, observou diferença significativa ao nível de 5% para o peso das cápsulas nas duas formulações estudadas.

Ferreira (2018) observou peso e tamanho médio de 0,0012g e 3,88 mm, respectivamente, em seu estudo sobre encapsulação de extrato de beterraba pelo processo gelificação iônica.

As esferas produzidas apresentaram uniformidade no peso e tamanho, além da inovação em utilizar o processo de gelificação iônica para a obtenção de esferas carregadas com vinho, esteticamente, tornaram-se viáveis para aplicação em alimentos.

5.2.2 Parâmetros Físico-químicos

Densidade

Os valores de densidade e grau alcoólico do vinho e da solução vinho e alginato de sódio 3% estão expostos na Tabela 3.

A densidade do vinho está relacionada principalmente ao seu teor alcoólico e de açúcares residuais. Assim, os valores médios de densidade do vinho tinto e da solução vinho com 3% de alginato de sódio se mantiveram entre 0,9927 e 1,0399, respectivamente, apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade do vinho e da solução vinho e alginato

Amostra	Densidade (g.mL ⁻¹)	Grau alcoólico (%vol.)
Vinho	0,9927 ^b	11,82 ^a
Solução (Vinho e alginato de sódio)	1,0399 ^a	10,10 ^b

Fonte: Autoria própria, 2018. As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O teor alcoólico obtido para o vinho foi de 11,82°GL e para a solução (vinho e alginato) foi de 10,10°GL, apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores, e estando dentro dos valores estabelecidos em lei, que é de 8,6 °GL a 14 °GL para vinhos de mesa (MAPA, 2004).

O etanol também possui múltiplos efeitos nas características sensoriais do vinho, podendo aumentar o gosto doce ou modificar a percepção do gosto ácido. Além disso, em altas concentrações, pode contribuir para a sensação de “peso” ou “corpo”, sobretudo nos vinhos secos (JACKSON, 2008).

Umidade

Na tabela 4 estão dispostos os valores de umidade das esferas de vinho tinto analisadas durante o armazenamento.

Tabela 4. Análise da umidade durante o armazenamento das esferas de vinho tinto. Resultados expressos em porcentagem (%).

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	93,55 ^a	93,53 ^a	93,53 ^a	93,52 ^a
EV	93,60 ^b	93,65 ^a	93,66 ^a	93,66 ^a

Fonte: Autoria própria, 2018. *Amostras: E (Esferas), EV (Esferas imersas no vinho). As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foram observados altos valores de umidade para as amostras das esferas de vinho tinto. Sendo que, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para as amostras em relação ao teor de umidade durante os 45 dias de armazenamento. Mesmo não havendo diferença significativa para a amostra EV, ainda assim, percebeu-se um pequeno aumento na umidade ao longo do armazenamento e isso pode estar relacionado ao próprio vinho que foi utilizado como conservante para essas esferas.

Xavier (2014) com o estudo da gelificação iônica de polpa de maracujá obteve valores altos de umidade, associando a esse comportamento a absorção de água na etapa de lavagem das pérolas de maracujá.

Morais *et al.* (2017) em seu estudo sobre o processo de gelificação iônica com polpa de murici também observou dados semelhantes e atribuiu tal resultado a deficiência do processo de drenagem, uma vez que durante uma das etapas do processamento, as microcápsulas são imersas em água para retirada do excesso de cloreto de cálcio.

Linhares *et al.* (2016) também observou valores altos de umidade para cápsulas de café.

Cinzas ou Minerais

Os teores de cinzas das esferas de vinho tinto analisadas durante o armazenamento estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5. Análise de cinzas durante o armazenamento das esferas de vinho tinto. Resultados expressos em g.L⁻¹.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	1,56 ^a 1,56 ^a	1,56 ^a	1,56 ^a	
EV	1,57 ^a 1,57 ^a	1,58 ^a 1,58 ^a		

Fonte: Autoria própria, 2018.*Amostras: E (Esferas), EV (Esferas inseridas no vinho). As médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verificando os teores de cinzas, nota-se que para a amostra E e EV, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) durante o armazenamento. Embora para a amostra EV, os valores médios relativos nos períodos finais de armazenamento, tenham aumentado gradativamente.

As cinzas correspondem ao teor de material inorgânico dos vinhos e representam os elementos minerais presentes no mesmo. Valores baixos podem indicar fraude no produto, como por exemplo, adição de água (INMETRO, 2007).

A legislação brasileira (Lei 10.970, de 12/11/04) define o valor mínimo de cinzas para vinhos tintos em 1,5 g/L e 1,3 g/L para vinhos brancos. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5, para os dois tratamentos e em todos os pontos analisados, os valores apresentados estão dentro do limite mínimo estabelecido, dessa forma, se apresentam de acordo com a legislação brasileira vigente.

Ao desenvolver estudos sobre gelificação iônica, Morais *et al.* (2015) e Oliveira (2011), verificaram resultados levemente superiores para as cápsulas. Os autores das referidas pesquisas atribuíram a esse comportamento à incorporação da película de alginato, rica em fibras, formada durante a gelificação iônica (PASIN *et al.*, 2012).

Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Os teores de sólidos solúveis (°Brix) das esferas de vinho tinto analisadas durante o armazenamento estão expressos na Tabela 6.

Tabela 6. Análise de sólidos solúveis durante o armazenamento das esferas de vinho tinto. Resultados expressos em °Brix.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	8,0 ^a	8,1 ^a	8,2 ^a	8,2 ^a
EV	8,4 ^a 8,4 ^a	8,5 ^a 8,5 ^a		

Fonte: Autoria própria, 2018. *Amostras: E (Esferas), EV (Esferas imersas no vinho). As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de sólidos solúveis das amostras E e EV, não apresentaram diferenças significativas durante o armazenamento das esferas de vinho, podendo ser observado na Tabela 5.

Valores inferiores de °Brix em relação ao extrato, foram encontrados nos estudos de Morais *et al.* (2015), Silva *et al.* (2012) e Oliveira (2011), com encapsulação por gelificação iônica de maracujá, melancia e mamão, respectivamente. Esse comportamento em relação aos valores de °Brix pode estar associado à perda de sólidos solúveis durante o gotejamento das cápsulas na solução de cloreto de cálcio e a lavagem das cápsulas em água para remover o excesso de cloreto de cálcio.

Acidez Titulável

Os ácidos presentes em qualquer produto alimentício influenciam diretamente nas características organolépticas, como também afetam a estabilidade e manutenção da qualidade desse alimento (Fracasso *et al.*, 2009). A legislação Brasileira que dispõe sobre a qualidade dos vinhos (BRASIL, 2004) estabelece um limite de acidez total de 55 a 130 meq.L⁻¹ ou 4,125 a 9,75 g.L⁻¹, de ácido tartárico.

Os teores de acidez titulável das esferas de vinho tinto analisadas durante o armazenamento estão expressos na Tabela 7.

Tabela 7. Análise da acidez titulável durante o armazenamento das esferas de vinho tinto. Resultados expressos em g.L⁻¹, de ácido tartárico.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	4,8 ^a	4,7 ^a	4,3 ^b	4,2 ^b
EV	6,3 ^a 6,1 ^a	5,6 ^b 5,5 ^b		

Fonte: Autoria própria, 2018. *Amostras: E (Esferas), EV (Esferas inseridas no vinho). As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se verificar que as amostras E e EV diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade, sendo que a medida que se aproximou do período final de armazenamento a acidez das amostras reduziu. Possivelmente, essa redução é em decorrência da degradação dos ácidos orgânicos presentes no vinho, reduzindo a acidez e consequentemente aumentando o pH das amostras.

Os valores de acidez titulável observados para as amostras neste estudo, encontram-se em concordância com a legislação, como pode ser observada na Tabela 7.

Passos (2016) estudou o processo de gelificação iônica em polpa de tomate com duas formulações e observou valores de acidez titulável entre 1,98 a 3,11. O autor atribuiu aos valores mais baixos de acidez, à adição de água que foi feita para umas das formulações.

pH

Os valores de pH das esferas de vinho tinto analisadas durante o armazenamento estão expressos na Tabela 8.

Os valores médios de pH para as duas amostras analisadas variaram de 3,1 a 3,5 durante o armazenamento (Tabela 8). Níveis muito elevados de pH podem desestabilizar o vinho tanto biologicamente como do ponto de vista físico-químico, uma vez que o torna mais propenso à oxidação e à proliferação microbiana (RIZZON e MIELE, 2002a), portanto, compromete a sua vida útil e durabilidade.

Tabela 8. Análise da pH durante o armazenamento das esferas de vinho tinto.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	3,4 ^a 3,5 ^a 3,5 ^a 3,5 ^a			
EV	3,1 ^a 3,2 ^a	3,3 ^a 3,3 ^a		

Fonte: Autoria própria, 2018. *Amostras: E (Esferas), EV (Esferas inseridas no vinho). As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao pH, os valores médios encontrados não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade, apesar de terem aumentado sem grandes variações. Os resultados são considerados satisfatórios, considerando a faixa ideal de pH para vinhos (3,1 – 3,6) reportada por Mota et al. (2009). Segundo Reis et al. (2006), esse evento ocorre devido ao efeito tamponante do fluido celular que não permitiu amplas variações de pH.

O pH influencia diretamente na estabilidade das antocianinas, como também é um importante fator para o bom desenvolvimento da fermentação do vinho (Góes & Zangirolami, 2005). O pH é um dos responsáveis pelas características organolépticas e potencial de envelhecimento do vinho junto com a acidez e outros compostos.

Segundo Aerny, J. Citado por Rizzon (1998), mostos com pH baixo estão mais protegidos da ação das enzimas oxidativas durante a fase pré-fermentativa. Ao contrário, vinhos com pH elevado são mais susceptíveis às alterações oxidativas e biológicas.

Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos desempenham funções importantes na qualidade do vinho, contribuindo para seu sabor e aroma, além de serem poderosos antioxidantes e protegem o organismo de várias doenças (Mamede & Pastore, 2004). De acordo com Guerra (1997), os polifenóis determinam direta ou indiretamente a qualidade geral dos vinhos, principalmente os tintos.

Quanto ao teor de compostos fenólicos, os resultados obtidos nas análises estão expostos na Tabela 9.

Tabela 9. Teor de compostos fenólicos totais (mg EAG/g de amostra) das amostras E e EV.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	610,0 ^a 600,0 ^a 520,0 ^b 330,0 ^b			
EV	790,0 ^a 800,0 ^a 810,0 ^a 820,0 ^a			

Fonte: Autoria própria, 2018. *Amostras: E (Esferas), EV (Esferas com vinho). As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A composição fenólica dos vinhos não depende apenas do tipo de uva utilizada, das condições de cultivo e localização geográfica, mas também de vários fatores relacionados ao processamento.

Com relação ao conteúdo de compostos fenólicos das esferas de vinho, pode-se constatar que a amostra E diferiu significativamente, enquanto que a amostra EV, os valores mantiveram-se sem variações significativas. A partir do 30º dia de armazenamento foi possível observar redução dos compostos fenólicos na amostra E, já para a amostra EV ocorreu o oposto, houve um aumento desses compostos, ainda que de forma inexpressiva, e pode estar associado à migração do vinho que foi utilizado para a conservação para o interior das esferas. Esse comportamento pode estar associado à permeabilidade da membrana que, possivelmente proporciona a migração dos compostos por difusão osmótica, ocasionando a interação/troca entre os compostos das cápsulas e do meio de conservação, sendo esse fenômeno denominado a bioativação, do meio ou das cápsulas (MORAIS *et al.*, 2015; CARMO *et al.*, 2015; PASIN *et al.*, 2012).

O conteúdo de compostos fenólicos totais de diversos vinhos tintos brasileiros variou de 1041,63mg.L⁻¹ a 1958,78mg.L⁻¹ no estudo de Granato *et al.*, enquanto Minussi *et al.* obtiveram em média 1920mg.L⁻¹.

Morais *et al.* (2014) em seu estudo com gelificação de extrato de cambuí e Xavier (2016), com encapsulação de extrato de maracujá, verificaram redução dos compostos fenólicos durante o armazenamento.

Passos (2017) em seu estudo sobre a encapsulação de polpa de tomate observou um aumento dos compostos fenólicos durante o período de armazenamento, o autor atribuiu a esse resultado a migração dos compostos fenólicos do azeite, que foi usado como meio conservante para as cápsulas.

Taninos Totais

As concentrações de taninos totais nas esferas de vinho durante o armazenamento apresentam-se dispostos na Tabela 10.

Tabela 10. Análise de taninos totais (mg ATE/g ácido tânico) das amostras E e EV.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	0,60 ^a	0,60 ^a	0,52 ^b	0,33 ^b
EV	0,77 ^a	0,81 ^a	0,82 ^a	0,80 ^a

Fonte: Autoria própria, 2018.*Amostras: E (Esferas), EV (Esferas com vinho). As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao teor de taninos, a amostra E apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade durante o armazenamento, enquanto a amostra EV, não houve diferença significativa ($p > 0,05$).

A amostra EV apresentou valores maiores quando comparados com a amostra E, visto que houve um aumento desses valores até 30º dia e no período final de armazenamento percebe-se uma redução. Esse comportamento da amostra EV, presumivelmente está relacionado com a forma em que essas esferas de vinho estavam armazenadas, onde foi utilizado o próprio vinho como solução conservadora. Eo que se explica a redução desse componente fenólico no 45º dia de armazenamento, é uma possível migração desse composto para o meio externo.

Rizzon e Miele (2003) avaliaram os parâmetros analíticos de vinhos Merlot elaborados experimentalmente em diferentes safras e obtiveram valores médios de 1,30 g.L⁻¹ para taninos. Em outro estudo, esses mesmos autores avaliaram físico-quimicamente vinhos da mesma variedade de uva (Merlot) produzidos na região da Serra Gaúcha e observaram valores mais elevados de taninos (1,8-2,4 g.L⁻¹).

Antocianinas

As concentrações de antocianinas totais nas amostras E e EV durante o armazenamento apresentam-se dispostos na Tabela 11.

Ao analisar a concentração de antocianinas totais, observamos que as duas amostras apresentaram diferença significativa, conforme o teste de Tukey ($p > 0,05$), ao longo do período de armazenamento.

Tabela 11. Análise de antocianinas totais (mg/100g de amostra) das amostras E e EV.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	160,6 ^a 157,1 ^a	148,6 ^a 116,9 ^b		
EV	205,1 ^b 206,1 ^b	235,0 ^a 235,5 ^a		

Fonte: Autoria própria, 2018. *Amostras: E (Esferas), EV (Esferas com vinho). As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A amostra EV teve maior concentração desse componente, de modo que nos períodos finais de armazenamento houve um aumento, isso pode ser explicado pelo próprio vinho que foi utilizado como meio de conservação, permitindo um aumento desse componente nas esferas.

Para a amostra E houve redução das antocianinas ao longo do tempo, onde presumivelmente houve migração desse componente para o meio externo. E ocorreu simultaneamente a redução do valor de antocianinas no decorrer do tempo e o aumento constatado no ângulo H*, isto é, perda dos pigmentos antociânicos representa um deslocamento de tonalidade vermelha para tons mais amarelados. Rivas et al., (2006) constataram em seu estudo um acréscimo nos valores de H conforme houve a redução de valores de antocianinas. Outro fator que pode ter influenciado na perda de coloração dessa amostra é a falta de um meio conservante ácido, pois o pH ácido é favorável para a forma colorida destes pigmentos.

Segundo FREITAS (2006), essa modificação da cor pode ser explicada pela participação das antocianinas e taninos na coloração vermelho-rubi do vinho novo. Afirma que durante a conservação, as antocianinas livres desaparecem e os complexos tanino/antocianinas condensadas conferem aos vinhos velhos a sua cor telha característica.

Guerra & Freitas (1999), ao estudarem o perfil polifenólico do vinho das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, provenientes da Serra Gaúcha, encontraram nos vinhos da variedade Cabernet Sauvignon maior riqueza em antocianinas livres, enquanto que os vinhos da variedade Merlot apresentam maior riqueza em antocianinas totais e cor mais intensa.

Atividade Antioxidante (ABTS)

Na caracterização antioxidante aplicou-se o método ABTS, porque se pretendia avaliar a atividade antioxidante dos compostos presentes nas amostras.

Quanto a análise ABTS, observou-se diferença significativa ($p > 0,05$) para a amostra E e redução da atividade antioxidante durante o armazenamento. Para a amostra EV, os valores não diferiram ao nível de 5% de probabilidade, sendo que houve um aumento ao longo do armazenamento (Tabela 12).

Tabela 12. Análise da atividade antioxidante ($\mu\text{mol Trolox equivalente (TE)}/\text{g}$ de amostra) pelo método ABTS das amostras E e EV.

Amostras	Tempo (dias)			
	0	15	30	45
E	81,1 ^a	80,0 ^a	55,2 ^b	34,9 ^b
EV	97,1 ^a	98,7 ^a	100,2 ^a	100,5 ^a

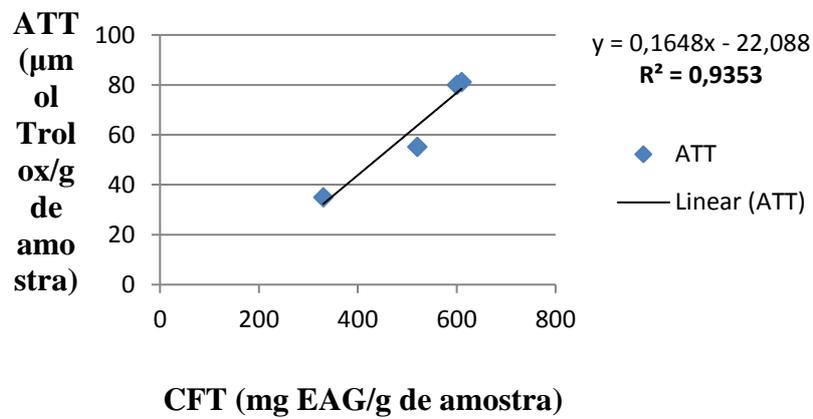
Fonte: Autoria própria, 2018.*Amostras: E (Esferas), EV (Esferas com vinho). As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A partir do 30º dia houve redução da capacidade antioxidante da amostra E, possivelmente por não estar em um meio que conservasse ou mesmo promovesse o aumento dos compostos bioativos. Em relação à amostra EV, os valores obtidos foram maiores e aumentaram ao longo do armazenamento, presumivelmente, esse comportamento está associado à utilização do próprio vinho como solução conservante.

O método de análise ABTS atividade antioxidante *in vitro* representa indicadores das potenciais atividades biológicas, refletindo apenas uma biodisponibilidade teórica. Maiores avaliações são necessárias para a identificação e quantificação dos compostos presentes nos extratos e para verificar sua contribuição na atividade antioxidante (CRUZ, 2016).

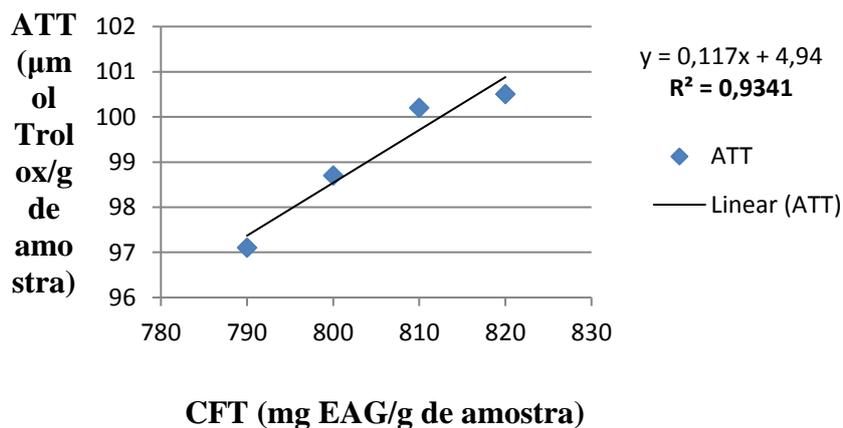
Na Figuras 10 e 11 podem ser observadas os comportamentos entre a atividade antioxidante pelo método ABTS e os compostos fenólicos das duas amostras, o qual foi verificado um elevado coeficiente de determinação (R^2) na equação polinomial.

Figura 10. Comportamento Atividade Antioxidante x Compostos Fenólicos para a amostra E



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 11. Comportamento Atividade Antioxidante x Compostos Fenólicos para a amostra EV



Fonte: Autoria própria, 2018.

O coeficiente de correlação entre o conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante (método ABTS) encontrados para as amostras E e EV foram de 0,9353 e 0,9341, respectivamente. A análise de correlação entre os dados confirma a associação linear entre compostos fenólicos e a atividade antioxidante.

5.3 Características Cromáticas

Os resultados das determinações colorimétricas das esferas de vinho tinto durante o armazenamento estão expressos na Tabela 13.

Tabela 13. Análise colorimétrica durante o armazenamento das esferas de vinho tinto.

Amostras	Coordenadas				
		0	15	30	45
E	L*	29,7 ^a	30,0 ^a	30,9 ^a	31,1 ^a
EV		27,9 ^b	27,6 ^a	27,3 ^a	26,5 ^a
E	a*	4,2 ^a	4,5 ^a	4,3 ^a	2,7 ^a
EV		4,7 ^a	4,6 ^a	5,1 ^a	3,5 ^a
E	b*	9,6 ^a	9,6 ^a	9,5 ^a	10,2 ^a
EV		9,8 ^a	9,9 ^a	9,6 ^a	10,5 ^a
E	C*	10,6 ^a	10,6 ^a	10,5 ^a	10,8 ^a
EV		10,7 ^a	10,9 ^a	10,8 ^a	11,2 ^a
E	H	65,6 ^a	64,3 ^a	65,7 ^a	66,0 ^a
EV		66,3 ^a	65,3 ^a	65,5 ^a	67,1 ^a

Fonte: Autoria própria, 2018.*Amostras: E (Esferas), EV (Esferas com vinho). Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). L* = luminosidade; a* = componente verde-vermelho; b* = componente azul-amarelo; C* = cromaticidade da cor; h = ângulo da tonalidade da cor.

A cor está intimamente relacionada à aparência do produto, embora não seja exigido pela legislação brasileira, ela é um dos atributos de maior relevância em vinhos. A primeira avaliação feita pelos consumidores de vinho é através da cor, além disso, é possível através da verificação da cor pressupor sobre a sua idade ou observar indícios de defeitos existentes na bebida. Meléndez et al. (2001) evidenciaram a relevância da cor em vinhos ao afirmarem que esse atributo é um fator fundamental para a tipificação dessas bebidas. Morrot et al. (2001) e o estudo de revisão de Duran e Costell (1999) também destacaram a forte influência que a cor exerce sobre a percepção de outros atributos sensoriais, como o aroma e o gosto doce.

Os vinhos tintos exibem tonalidades que variam do púrpura ao alaranjado, passando por fases rubi, bordô e terracota ao longo do tempo. A coloração púrpura está relacionada comumente aos vinhos jovens, enquanto cores rubis e bordôs aos vinhos maduros. Os tons de vermelho terracota ou alaranjado são frequentemente associados aos vinhos envelhecidos (BERNARDO, 2005).

A amostra EV apresentou baixos índices de L* (luminosidade), sendo, portanto, mais escura, enquanto que a amostra E foi mais clara com maiores índices de luminosidade. Os valores de L durante o armazenamento não diferiram significamente. As amostras E e EV apresentaram baixos valores de a*, b* e C*, ou seja, menor cor vermelha e amarela e

menorsaturação da cor. Possivelmente este fato está relacionado com o alginato utilizado no processo, já que as amostras não apresentaram altos valores de pH, uma vez que Jackson (2008) citou que vinhos com pH acima de 3,9 estão mais susceptíveis à oxidação dos compostos fenólicos e, portanto, à perda de sua cor jovem. O alto valor de pH também foi atribuído como um dos fatores responsáveis pelos baixos índices de C^* e a^* observados em vinhos Tempranillo (MONAGAS et al., 2007).

Para o componente de cor amarela (b^*), o que pode conferir uma coloração um pouco mais alaranjada, os valores encontrados foram maiores que os valores do componente a^* e não apresentaram diferença significativa no período de armazenamento para as duas amostras analisadas. Vinhos tintos exibem cor predominantemente vermelha, em geral, o valor de a^* é maior que b^* . Este fato pode induzir ao pensamento de que b^* seria um parâmetro “secundário”, porém do ponto de vista psicométrico (como a cor é percebida pelo olho humano), ambos a^* e b^* são importantes para a estimativa da cor, principalmente em alguns vinhos jovens com altos níveis de derivados da malvidina (PÉREZ-MAGARIÑO e GONZÁLEZ-SANJOSÉ, 2003).

Com relação ao valor de croma (C^*), é possível observar que as amostras E e EV obtiveram médias baixas e não tiveram diferença significativa ao longo do período de armazenamento. As amostras, portanto, não apresentaram uma coloração intensa, onde foi afirmado por Granato et al. (2010), que valores de C^* próximos ou maiores que 50 correspondem a cores mais vívidas.

5.4 Caracterização dos compostos voláteis presentes no vinho tinto e nos encapsulados de vinho

Os compostos voláteis identificados no vinho e nas amostras encapsuladas de vinho tinto E e EV são mostrados na Tabela 13. Um total de 53 compostos foram identificados e quantificados nas amostras, incluindo 17 ésteres, 15 álcoois, 5 terpenos, 4 aldeídos, 4 furanos, 3 sulfurados, 2 ácidos, 2 fenóis e 1 lactona, apresentando uma conservação do número de compostos após o processo de encapsulamento. Muitos destes compostos voláteis são comumente encontrados em vinhos tintos. (ARCARI, CALIARI, SGANZERLA, & GODOY, 2017; JIANG, XI, LUO, & ZHANG, 2013).

O número de compostos voláteis encontrados no presente trabalho foi semelhante a outros trabalhos reportado na literatura fazendo uso do processo de microextração em fase sólida. Arcari et al., (2017) validaram uma metodologia para extração de compostos voláteis

presentes no vinho Merlot, onde identificaram 55 compostos. Já Jiang et al. (2013) encontraram 58 compostos voláteis em dois tipos vinhos, Cabernet Sauvignon e Merlot. O método de SPME foi eficaz e confiável, mostrando uma repetibilidade satisfatória.

De acordo com os dados quantitativos na Tabela 13, as concentrações dos compostos voláteis totais para o vinho tinto, amostra E e EV foram $176247.09 \mu\text{g.L}^{-1}$, $237390.76 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $178338.96 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente. Com a análise da variância para as amostras E e EV em relação ao vinho tinto, foi determinado que não houve diferença significativa ($p > 0.05$) para nenhuma das amostras. Assim com o número de compostos, pode-se afirmar, que o processo de encapsulamento foi eficiente na conservação da massa total de compostos voláteis presentes no vinho tinto.

Tabela 14. Compostos voláteis identificados e quantificados (média \pm desvio padrão) em vinho tinto e nas amostras encapsuladas (E e EV), e seus respectivos índices de retenção, método de identificação e limiar de percepção.

Compostos	IR_cal	IR_lit	Método de Identificação	Concentração ($\mu\text{g/L}$)		
				Vinho Tinto	E	EV
Ésteres						
Acetato de etila	886	885	MS, STD	32390.23 \pm 1910.85	27949.06 \pm 339.73	29045.65 \pm 1729.76
Butanoato de etila	1039	1039	MS, STD	18.06 \pm 0.63	18.34 \pm 0.94	14.78 \pm 0.82
2-metilbutanoato de etila	1053	1053	MS, STD	62.40 \pm 3.59	Tr	63.51 \pm 1.73
Isovalerato de etila	1068	1068	MS, STD	23.49 \pm 1.10	17.33 \pm 0.93	18.56 \pm 2.00
Acetato de isoamila	1124	1124	MS, STD	109.80 \pm 2.10	67.65 \pm 8.92	75.79 \pm 5.01
Hexanoato de etila	1237	1258	MS, STD	244.75 \pm 16.49	175.76 \pm 15.71	164.73 \pm 14.86
Lactato de etila	1346	1348	MS	19612.57 \pm 682.61	20932.47 \pm 312.56	20985.81 \pm 598.98
Octanoato de etila	1436	1436	MS, STD	447.62 \pm 55.57	345.63 \pm 23.31	402.53 \pm 28.90
Lactato de isoamila	1571	1570	MS	69.27 \pm 2.54	85.46 \pm 7.28	74.51 \pm 2.06
Decanoato de etila	1639	1639	MS, STD	961.27 \pm 38.28	834.51 \pm 46.65	849.68 \pm 22.86
Benzoato de etila	1665	1663	MS	5.25 \pm 0.04	5.07 \pm 0.10	4.87 \pm 0.83
Succinato de dietila	1679	1679	MS, STD	38306.78 \pm 6664.42	79802.10 \pm 3744.04	54260.11 \pm 7900.65
2-hidroxi-4-metilpentanoato de etila	1545	1547	MS	4.96 \pm 0.19	5.95 \pm 0.76	5.54 \pm 0.99
Pentanodioato de dietila	1781	1780	MS	4.60 \pm 0.07	6.15 \pm 0.69	5.49 \pm 0.43
2-feniletanoato de etila	1784	1783	MS, STD	7.80 \pm 1.47	8.36 \pm 1.24	9.48 \pm 1.50
Acetato de feniletila	1814	1814	MS, STD	12.66 \pm 0.91	15.70 \pm 1.51	13.14 \pm 3.52
Succinato de isopentila etílico	1901	1928	MS	18.05 \pm 1.99	27.35 \pm 1.85	21.97 \pm 6.88
Subtotal				92299.55	130296.89	106144.95
Álcoois						
Isobutanol	1096	1096	MS	206.93 \pm 39.71	168.36 \pm 13.36	195.60 \pm 29.36
n-butanol	1146	1145	MS, STD	61.69 \pm 0.30	61.88 \pm 0.97	62.04 \pm 1.69
	1213	1213	MS	4846.96 \pm 1499.55	4895.83 \pm 947.87	4780.86 \pm 1109.56

3-metil-1-butanol						
4-metil 1-pentanol	1316	1316	MS	59.46 ± 0.13	59.50 ± 0.73	62.16 ± 6.97
3-metil-1-pentanol	1329	1329	MS	60.24 ± 1.23	62.61 ± 1.79	61.21 ± 0.92
Hexanol	1355	1355	MS, STD	1429.30 ± 115.93	1367.87 ± 249.82	1234.30 ± 155.59
E-3-hexenol	1366	1366	MS	2.01 ± 0.00	1.66 ± 0.58	2.03 ± 0.28
Z-3-hexenol	1386	1387	MS	2.13 ± 0.18	2.18 ± 0.38	1.97 ± 0.39
Heptanol	1457	1456	MS, STD	8.74 ± 1.48	2.75 ± 0.02	3.93 ± 1.28
2-etil-1-hexanol	1492	1491	MS	0.17 ± 0.02	2.79 ± 0.69	2.92 ± 0.40
3-etil-4-metil-1-pentanol	1510	1509	MS	1.46 ± 0.38	0.41 ± 0.33	1.19 ± 0.73
Octanol	1560	1559	MS, STD	1.42 ± 0.10	1.52 ± 0.61	2.05 ± 0.82
Nonanol	1662	1661	MS, STD	0.31 ± 0.08	0.09 ± 0.02	0.07 ± 0.02
Álcool benzílico	1877	1877		4208.37 ± 105.09	3973.80 ± 109.66	4139.68 ± 178.88
2-feniletanol	1910	1910	MS, STD	67591.93 ± 5634.83	92429.80 ± 6115.30	56629.55 ± 9680.99
Subtotal				78481.12	103031.07	67179.54
Aldeídos						
Acetaldeído	765	748	MS, STD	0.73 ± 0.26	0.89 ± 0.21	0.75 ± 0.16
Nonanal	1394	1394	MS, STD	tr	2.24 ± 0.91	2.98 ± 0.77
Decanal	1498	1499	MS, STD	0.47 ± 0.02	1.05 ± 0.06	3.30 ± 0.27
Benzaldeído	1522	1528	MS, STD	30.45 ± 6.05	15.38 ± 1.72	19.79 ± 1.76
Subtotal				31.65	19.56	26.82
Furanos						
Furfural	1468	1468	MS, STD	696.03 ± 26.29	684.15 ± 31.43	671.00 ± 60.74
Acetilfurano	1508	1507	MS	8.75 ± 0.20	8.80 ± 0.27	8.56 ± 0.39
5-metil-2-furfural	1576	1576	MS	9.93 ± 0.60	9.86 ± 0.36	9.33 ± 0.45
2-furancarboxilato de etila	1624	1621	MS	10.01 ± 0.23	11.89 ± 1.13	11.01 ± 0.90
Subtotal				724.72	714.7	699.9
Sulfurados						
2-metil-di-hidro-3(2H)-tiofenona	1526	1528	MS	9.60 ± 0.27	10.29 ± 0.22	10.29 ± 0.83
	1568	1565	MS	0.26 ± 0.04	2.43 ± 0.17	1.36 ± 0.51

Metilpropanoato de etila						
3-metil-1-propanol	1717	1715	MS	13.04 ± 1.60	13.74 ± 1.11	13.82 ± 0.86
Subtotal				22.9	26.46	25.47
Terpenos						
Linalool	1550	1550	MS, STD	9.96 ± 0.89	11.24 ± 2.20	9.49 ± 0.98
4-terpinenol	1600	1600	MS	3.21 ± 0.76	3.41 ± 0.60	0.53 ± 0.03
Hotrienol	1613	1614	MS	0.50 ± 0.10	0.18 ± 0.08	1.80 ± 0.17
α-terpineol	1696	1696	MS, STD	19.20 ± 0.34	32.90 ± 3.30	23.24 ± 3.03
1,1,6-Trimetil-1,2-dihidronaftaleno	1738	1732	MS	4.28 ± 0.47	ND	1.22 ± 0.07
Subtotal				37.15	47.73	36.27
Fenóis						
2-metoxi-4-etilfenol	2031	2030	MS	0.80 ± 0.05	4.25 ± 0.22	1.89 ± 0.86
4-etilfenol	2177	2181	MS	37.55 ± 1.12	67.66 ± 14.86	30.22 ± 3.47
Subtotal				38.35	71.9	32.1
Ácidos Carboxílicos						
Ácido hexanóico	1852	1852	MS, STD	454.27 ± 4.20	431.35 ± 6.46	447.93 ± 9.01
Ácido octanóico	2066	2066	MS, STD	4147.46 ± 372.69	3478.84 ± 850.61	3735.22 ± 404.75
Subtotal				4601.73	3910.18	4183.14
Lactona						
β-metil-γ-octalactona	1952	1968	MS	9.92 ± 0.15	11.95 ± 0.73	10.76 ± 1.26
Subtotal				9.92	11.95	10.76
Total				176247.09	237390.76	178338.96

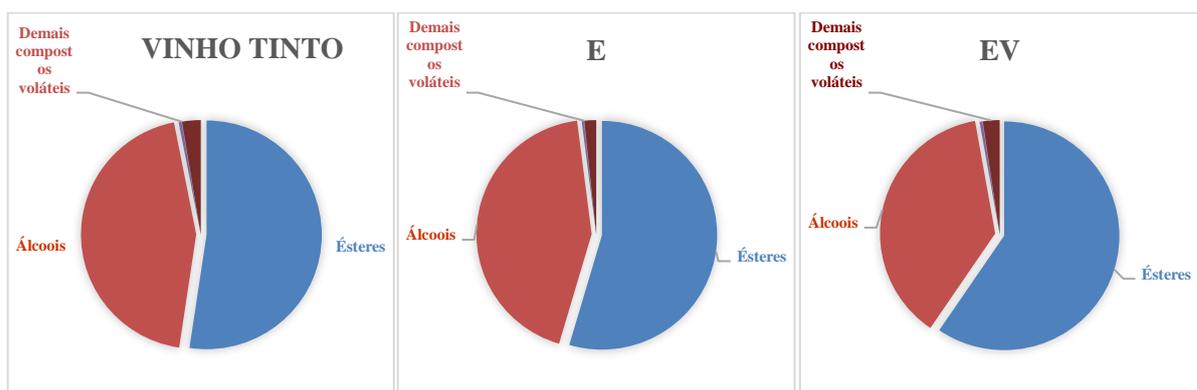
Fonte: Autoria própria, 2018.

Presença predominante de ésteres e álcoois encontrados neste trabalho estão de acordo com estudos anteriores. (Arcari, Caliari, Sganzerla, & Godoy, 2017; Jiang, Xi, Luo, & Zhang, 2013; Sánchez-Palomo, Trujillo, García Ruiz, & González Viñas, 2017; Zhang, Tao, Wen, & Wang, 2016). Analisando a distribuição por classe química mostrado na Figura 12, foi possível observar que, os ésteres e álcoois encontrados nos encapsulados de vinho foram semelhantes aos encontrados no vinho tinto. Já os voláteis pertencentes aos grupos químicos dos ácidos carboxílicos, sulfurados, lactona, terpenos, fenóis, furanos, aldeídos e lactona participaram de 0.01 a 2.61% da fração volátil para todas as amostras analisadas (Figura 12).

Os ésteres que mais contribuíram quantitativamente foram o succinato de dietila, acetato de etila, lactato de etila, respectivamente para todas as amostras analisadas, como mostrado na Tabela 13. Já no grupo do álcool, apenas o 2-feniletanol contribui de forma significativa, pois influencia na qualidade do sabor e no aroma das amostras.

Foi observado uma conservação e um aumento nas concentrações totais dos compostos voláteis nas amostras encapsuladas por gelificação iônica, esse método é considerado limpo, porque não faz uso de altos fornecimentos de calor e são isentos de solventes (PATIL et al., 2010).

Figura 12. Distribuição por classes químicas dos compostos voláteis quantificados para a amostra do vinho tinto e as amostras de vinho tinto encapsuladas (E, EV).



Fonte: Autoria própria, 2018.

Os álcoois e os seus ésteres possuem intensa capacidade odorífera, desempenhando um papel de extrema importância para o aroma final do vinho. Estes compostos são de extrema importância para o perfil aromático das bebidas fermentadas, especialmente vinhos,

pois a presença de diferentes ésteres apresenta um efeito sinérgico, contribuindo para uma maior percepção dos aromas individuais que estão abaixo do limiar de percepção (JACKSON, 2008).

Valor da atividade do odor (OAV)

O OAV é um parâmetro usado para avaliar de forma quantitativa a contribuição dos compostos de forma individual ao aroma da matriz em estudo. Se o $OAV > 1$, significa que a concentração do compostos na amostra é maior que o seu limiar de percepção, contribuindo para o aroma da amostra. Com base no OA dos 53 compostos voláteis, apenas 11 apresentaram $OAV > 1$, os mesmos são mostrados na Tabela 15. A classe com maior número de compostos voláteis de importância para o aroma dos vinhos foram os ésteres, com 7 compostos.

Tabela 15. Compostos voláteis identificados em vinho tinto e nas amostras encapsuladas (E e EV), limiar de percepção (Threshold), descritor de Odor e seus respectivos valores de OAVs.

Compostos	Threshold ($\mu\text{g/L}$)	Descritor de Odor	OAVs		
			Vinho Tinto	E	EV
Octanoato de etila	5.00	Abacaxi, pera, floral	89.52	79.13	80.51
Isovalerato de etila	1.00	Frutado, maçã	23.49	17.33	18.56
Hexanoato de etila	14.00	Frutado, morango, anis	17.48	12.55	11.77
Hexanol	110.00	Herbáceas, gordurosas, resinosas	12.99	12.44	11.22
Ácido octanóico	500	Rançoso, queijo, ácido graxo	8.29	6.96	7.47
2-feniletanol	14,000.00	Florido, pólen, perfume	4.83	6.6	4.04
Decanoato de etila	200.00	Frutado, agradável	4.81	4.17	4.25
Acetato de isoamila	30.00	Fresco, banana	3.66	2.25	2.53
2-metilbutanoato de etila	18.00	Morango, frutas doces	3.47		3.53
Nonanal	1.00	Maçã, framboesa, morango		2.24	2.98
Acetato de etila	12,000.00	Frutado, doce	2.7	2.33	2.43

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os compostos que mais contribuíram em relação ao valor do OAV foram, octanoato de etila, isovalerato de etila, hexanoato de etila, hexanol e ácido octanóico. As cápsulas de vinho mostraram uma capacidade significativa de retenção dos compostos voláteis que mais contribuíram para o aroma do vinho tinto. Assim, o processo de gelificação iônica pode ser considerada uma alternativa para o processo de encapsulamento do vinho tinto.

5.5 Caracterização Microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas das amostras de esferas de vinho estão expressos na Tabela 16.

Tabela 16. Análises microbiológicas das amostras E e EV.

Análise	Tratamento	Tempo (dias)	
		0	45
Bolores e Leveduras (UFC/g)	E	2 x 10 ³ x 10 ³	
	EV	1,2 x 10 ²	9 x 10
Coliformes Totais (NMP/g)	E	Ausente	Ausente
	EV	Ausente	Ausente

Fonte: Autoria própria, 2018.

Existem três fatores que limitam o desenvolvimento de determinados microrganismos no vinho: o teor alcoólico, uma vez que o etanol em determinadas concentrações é um excelente antisséptico; pH baixo, normalmente inferior a 3,5; e as baixas temperaturas a que esta bebida está sujeita após a época de vinificação (MISLIVEC et al., 1992).

Na análise de bolores e leveduras a amostra EV obteve valores menores de unidades formadoras de colônia em relação a amostra E. A amostra EV apresenta ambiente desfavorável para o desenvolvimento de microrganismos, uma vez que as esferas estavam inseridas no vinho durante o período de armazenamento, este fator pode ter inibido o crescimento de bolores e leveduras.

Para a análise de coliformes totais as duas amostras obtiveram ausência de coliformes totais demonstrando assim as boas práticas de fabricação que foram utilizadas no processamento do produto.

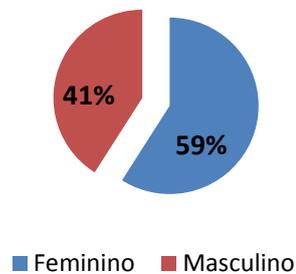
A higienização dos equipamentos ao ser bem executada, permite não só a redução da maioria das contaminações devido a equipamentos e superfícies mal higienizadas, mas também evita contaminações cruzadas dentro do ambiente de adega. Esta prática é usualmente definida como um procedimento que permite reduzir o número de células viáveis a um nível aceitável, distinguindo-se da esterilização que tem por objetivo a eliminação da totalidade das células viáveis. Adicionalmente, a higienização tem um segundo objetivo: eliminar os ambientes propícios ao crescimento dos microrganismos.

5.6 Análise sensorial: aceitação e intenção de compra

Perfil do consumidor

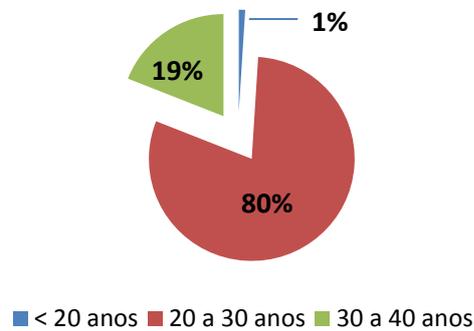
Para a identificação do perfil foram considerados fatores como: sexo, idade e grau de escolaridade. Dos 112 consumidores participantes desta pesquisa, 59% eram mulheres e 41% homens (Figura 13), 80% tem idade entre 20 e 30 anos (Figura 14). Quanto ao nível de escolaridade, 75% possuem curso superior incompleto (Figura 15).

Figura 13. Distribuição dos provadores por sexo, no teste de aceitação das esferas de vinho.



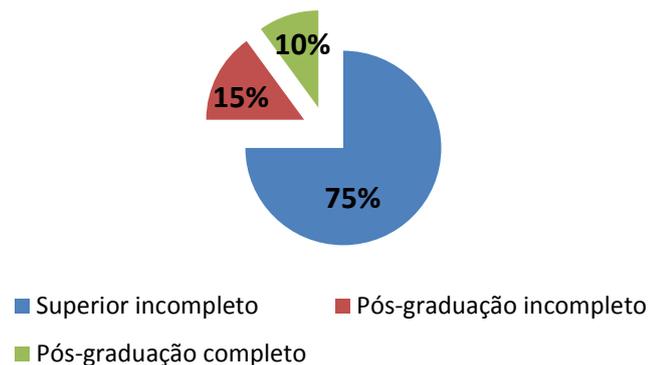
Fonte: A autoria própria, 2018.

Figura 14. Distribuição dos provadores por faixa etária, no teste de aceitação das esferas de vinho.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 15. Distribuição dos provadores por grau de escolaridade, no teste de aceitação das esferas de vinho.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Teste de aceitação

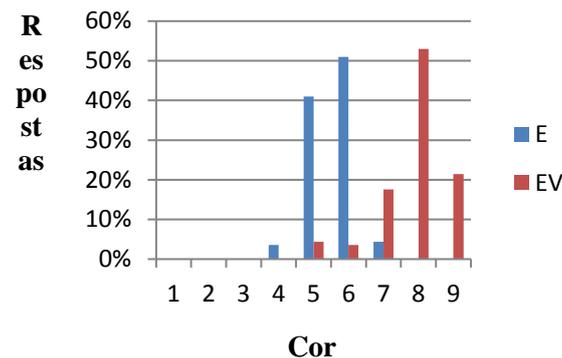
Os resultados do teste de aceitação para as esferas de vinho, quanto aos atributos cor, textura, sabor e aceitação global estão apresentados nas Figuras 16 a 19.

A frequência hedônica relacionada ao atributo cor pode ser observada na Figura 16.

Observa-se que os percentuais de respostas para o atributo cor apresentou maior frequência de resposta entre as categorias 8 (gostei muito) e 9 (gostei extremamente) para a amostra EV. Já para a amostra E os percentuais de respostas para o atributo cor se concentraram entre as categorias 5 (nem gostei/nem desgostei) e 6 (gostei ligeiramente). A amostra EV alcançou maior percentual de resposta na categoria 8 da escala hedônica, correspondente a “gostei muito”, com percentual de 53%. E para a amostra E o maior

percentual foi na categoria 6 (gostei ligeiramente) com 51%. O armazenamento das esferas EV no próprio vinho tinto, presumivelmente, contribuiu para tal comportamento.

Figura 16. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo cor das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).



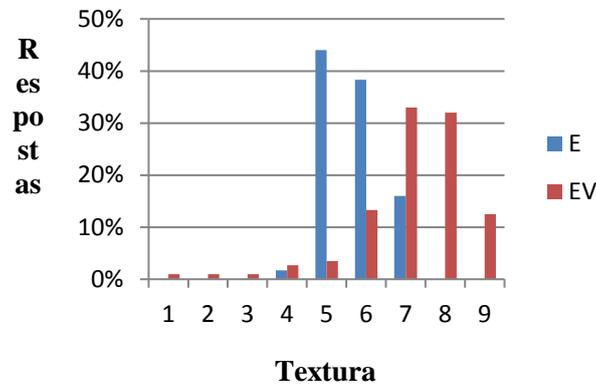
Fonte: Autoria própria, 2018.

A frequência hedônica relacionada ao atributo textura pode ser observada na Figura 17. Verifica-se que os percentuais de respostas para o atributo textura para a amostra EV apresentaram bom nível de aceitação, tendo maior frequência de respostas situando-se entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei extremamente”. Pode-se notar que foram atribuídas menores notas para a amostra E.

Observa-se que os percentuais de respostas para o atributo textura apresentou maior frequência de resposta entre as categorias 5 (nem gostei/nem desgostei) e 6 (gostei ligeiramente) para a amostra E, com maior porcentagem de resposta (44%) na categoria 5 (nem gostei/ nem desgostei). Já para a amostra EV os percentuais de respostas para o atributo textura se concentraram entre as categorias 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito), com maior porcentagem de resposta na categoria 7 (gostei moderadamente) com percentual de 33%.

Apesar das amostras terem sido feitas com a mesma porcentagem de alginato de cálcio, a amostra EV teve uma melhor aceitação em relação a textura, provavelmente esteja relacionado com a imersão das esferas no próprio vinho como meio de conservação, e assim tornando-as com uma textura mais agradável.

Figura 17. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo textura das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).

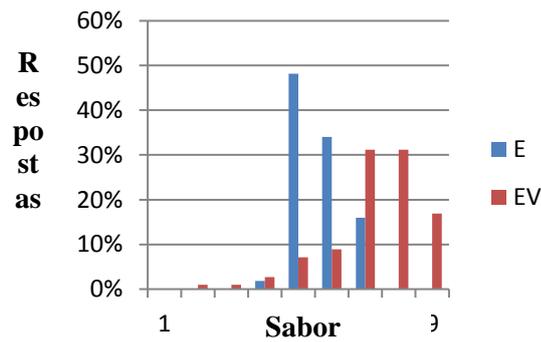


Fonte: Autoria própria, 2018.

A frequência hedônica relacionada ao atributo sabor pode ser observada na Figura 18.

Observa-se que os percentuais de respostas para o atributo sabor apresentou maior frequência de resposta entre as categorias 7 (gostei moderadamente) e 9 (gostei extremamente) para a amostra EV. Já para a amostra E os percentuais de respostas para o atributo sabor se concentraram entre as categorias 5 (nem gostei/nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente). A amostra EV alcançou maior percentual de respostas nas categorias 7 e 8 da escala hedônica, com percentuais de 31,2% para ambas. E para a amostra E o maior percentual foi na categoria 5 da escala hedônica com 48,2%.

Figura 18. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).



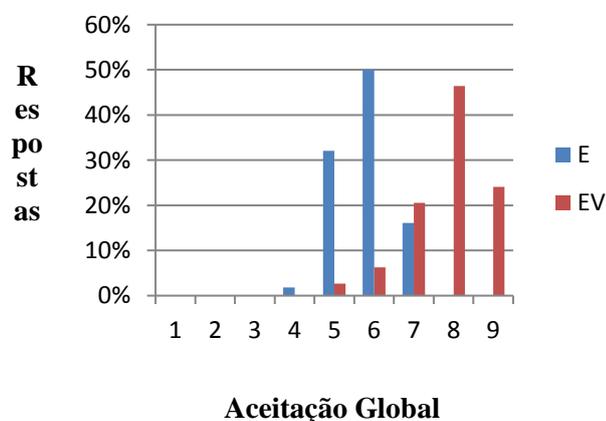
Fonte: Autoria própria, 2018.

A frequência hedônica relacionada ao atributo aceitação global pode ser observada na Figura 19.

Observa-se que os percentuais de respostas para o atributo aceitação global apresentou maior frequência de resposta entre as categorias 7 (gostei moderadamente) e 9 (gostei extremamente) para a amostra EV. Já para a amostra E os percentuais de respostas para o atributo aceitação global se concentraram entre as categorias 5 (nem gostei/nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente).

A amostra EV alcançou maior percentual de respostas na categoria 8 da escala hedônica, com percentuais de respostas de 46,42%. E para a amostra E o maior percentual foi na categoria 6 da escala hedônica, com percentuais de respostas de 50%.

Figura 19. Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo aceitação global das amostras E e EV (E= esferas, EV= esferas inseridas no vinho). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo



Fonte: Autoria própria, 2018.

Os resultados da análise sensorial, expressos em termos dos escores médios atribuídos pelos provadores para os atributos sensoriais de cada amostra, estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Escores médios referentes aos atributos sensoriais das amostras E e EV.

Parâmetros	Amostras	
	E	EV
Cor	5,55 ^b	7,83 ^a
Textura	5,68 ^b	7,15 ^a
Sabor	5,64 ^b	7,25 ^a
Aceitação Global	5,80 ^b	7,83 ^a

Fonte: Autoria própria, 2018.*Amostras: E (Esferas), EV (Esferas com vinho). As médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Escala hedônica de nove pontos desde 9=gostei extremamente a 1=desgostei extremamente.

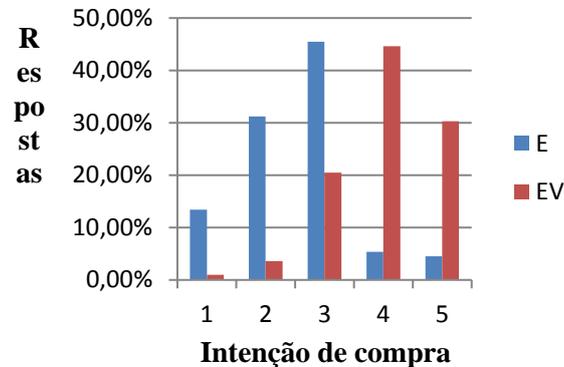
Não há dúvida de que a relação entre o consumidor e as suas escolhas, a compra e a aceitação de um alimento é um fenômeno complexo, o qual envolve tanto as características sensoriais do alimento e a psicologia que envolve o consumidor.

Para as amostras analisadas houve diferença significativa entre si ao nível de 5% de probabilidade para todos os atributos sensoriais avaliados, sendo que a amostra EV obteve maiores médias de aceitação em todas as categorias.

Intenção de compra

A Figura 20 apresenta a frequência das notas atribuídas para os critérios de intenção de compra. Pode-se observar maior frequência de distribuição de respostas entre os conceitos “provavelmente compraria” (4) e “certamente compraria” (5), indicando uma atitude de compra positiva por parte dos consumidores em relação à amostra EV.

Figura 20. Histograma da intenção de compra dos julgadores para as amostras E e EV.



Fonte: Autoria própria, 2018.

As respostas para a atitude de compra dos consumidores, frente às amostras, indicam que a amostra EV recebeu o maior percentual de respostas correspondente aos termos “talvez comprasse”, “provavelmente compraria” e “certamente compraria”. Para a amostra E, as respostas de atitude de compra dos consumidores concentraram-se em torno de “certamente não compraria” e “talvez comprasse, talvez não comprasse”.

Algumas justificativas dos consumidores apontam que a combinação das esferas de vinho com o sorvete foi uma combinação atrativa e inovadora. Por outro lado, a amostra E, não agradou a maioria dos consumidores, demonstrando que esses consumidores não optariam por esse produto no momento da compra, uma atitude influenciada pela não aceitação dos atributos sensoriais cor, textura e sabor. A amostra EV obteve boa aceitação por parte dos consumidores, devido a melhor apresentação frente aos atributos sensoriais analisados, principalmente, no que diz respeito à cor, sabor e aceitação global.

6. CONCLUSÃO

Em relação às características físicas e físico-químicas, as amostras apresentaram valores satisfatórios, atendendo a legislação brasileira para vinhos. Os compostos fenólicos nas esferas mantiveram-se em quantidades adequadas, embora para a amostra E, esses compostos tenham diminuído ao longo do armazenamento.

Para análise de cor, as amostras não apresentaram uma coloração intensa, pois os valores de C^* foram baixos.

Para a análise microbiológica as amostras estão em conformidade com a legislação vigente.

Na análise dos compostos voláteis, entre os compostos voláteis detectados, os ésteres formaram o grupo mais expressivo. Conforme os seus valores de odor ativo (OAV s), octanoato de etila, isovalerato de etila, hexanoato de etila, hexanol e ácido octanóico foram os odorantes de impacto do vinho tinto e das esferas. O processo de gelificação iônica mostrou uma eficiência satisfatória na retenção dos compostos aromáticos mais importantes do vinho tinto no tempo 0 de armazenamento para as duas amostras (E e EV). Para trabalhos futuros, sugere-se analisar os demais períodos de armazenamento para verificar se o processo é eficiente ao longo do tempo.

Quanto aos atributos sensoriais avaliados, foi possível verificar diferenças significativas entre as amostras visto que, a utilização do próprio vinho como meio conservante contribuiu positivamente na aceitação da amostra EV.

O processo de gelificação iônica, além de ser um processo de baixo custo, mostrou-se eficiente frente as características analisadas, principalmente em relação aos compostos fenólicos e aromáticos. A encapsulação do vinho apresenta-se como uma alternativa inovadora, uma vez que as esferas podem ser adicionadas em outros alimentos para enriquecê-los nutricionalmente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALISTE, J. A.; VIEIRA, F. F.; DELMASTRO, N. L. **Radiation effects on agar, alginates and carrageenan to be used as food additives.** *Radiation Physics and Chemistry*, v. 57, p. 305-308, 2000.

ALVIM, I. D. **Produção e caracterização de micropartículas obtidas por Spray drying e coacervação complexa e seu uso para Alimentação de larvas de peixes.** [Tese de Doutorado], Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 243p. 2005.

AMINE, K. M.; CHAMPAGNE, C. P.; SALMIERI, S.; BRITTEN, M. ST-GELAIS, D.; FUSTIER, P.; LACROIX, M. **Effect of palmitoylated alginate microencapsulation on viability of Bifidobacterium longum during freeze-drying.** *Food Science and Technology*, 56, 1, 111-117, 2014.

ANAL, A.K.; SINGH, K. **Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery.** *Trends in Food Science & Technology*, v.18, p.240-251, 2007.

ANDRADE, M.F.; SOUZA, D.J.P.; SILVA, J.B.P.; PAIM, A.P.S. **Análise multivariada de parâmetros físico-químicos em amostras de vinhos tintos comercializados na região metropolitana do Recife.** *Química Nova*, v.31, n.2, p. 296-300, 2008.

ANEKELLA, K.; ORSAT, V. **Optimization of microencapsulation of probiotics in raspberry juice by spray drying.** *LWT - Food Science and Technology*, v.50, p.17-24, 2013. Disponível em: 10.1016/j.lwt.2012.08.003. Acesso em: 13 Out. 2016.

ANSON, R. (2005). **Microencapsulation: For enhanced textile performance.** *Performance Appared Markets*, 12, pp. 21-39.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (methods 900.02).** Arlington: AOAC., 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (methods 900.02)**. Arlington: AOAC., 1996.

ARCARI, S. G.; CALIARI, V.; SGANZERLA, M. & GODOY, H. T. **Volatile composition of Merlot red wine and its contribution to the aroma: optimization and validation of analytical method**. *Talanta*, 174, 174, 752-766, 2017.

ARTERO A., ARTERO A., TARÍN J.J., et al. **The impact of moderate wine consumption on health**. *Maturitas*. 2015;80(1):3–13.

ARSHADY, R. **Microcapsules for food**. *Journal of Microencapsulation*, 10, 413-435, 1993.

AURAND, J. **Global state of conditions report: developments and trends**. In: **THE POTENTIAL WINE PRODUCTION, ASSESSMENT OF THE HARVEST, AND STATE OF THE MARKET AND INTERNATIONAL TRADE IN 2015, 2016**. Paris. Paris: Headquarter of Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV), 18 de abr. 2016.

AUGUSTIN, M.A. et al. **Microencapsulation of food ingredients**. *Food Australia*, v.53, p.220-223, 2001.

AZEREDO, H. M.C. **Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos**. *Alimento e Nutrição*, 2005, 16(1), pp. 89-95.

AZEREDO, H. M. C.; MAGALHÃES, U. S.; OLIVEIRA, S. A.; BRITO, E. S.; RIBEIRO, H. L. **Comunicado Técnico: Filmes Comestíveis de Alginato e Goma de Cajueiro**. EMBRAPA, 2011.

BAIMARK, Y., & SRISUWAN, Y. **Preparation of alginate microspheres by water-in-oil emulsion method for drug delivery: effect of Ca²⁺ postcross-linking**. *Advanced Powder Technology*. 2014. 25:1541–6. doi:10.1016/j. apt.2014.05.001.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. **Phenolic Compounds in plant and agri-industrial by products: Antioxidant Activity, and potential uses.** Food Chemistry, v.99, p.191 – 203, 2006.

BERNARDO, E. **Savoir goûter le vin: par le meilleur sommelier du monde.** Paris: Ed. Plon; 2005.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos.** 3. Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 143 p.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D. R. **Antioxidantes: princípios e métodos analíticos.** 1.ed. Curitiba, Appris, 2015.

BRAGANTE, A. G. **Desenvolvendo Produto Alimentício – Conceitos e Metodologia.** São Paulo, Brasil, 2014.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 386, de 05 de agosto de 1999. Aprova o "**Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções.**" *Diário Oficial da União*, Brasília, 09 de agosto de 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Art. 4a. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1 48 p, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA. **Lei nº 10.970, de 12 de novembro de 2004.** Altera dispositivos da Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, 16 nov. 2004.

CANÇADO, P. **A revanche do vidro.** Isto é dinheiro, São Paulo, 22 out. 2003.

CHAMPAGNE C.P.; FUSTIER P. **Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods.** *Current Opinion in Biotechnology*, v.18, p.184-190, 2007.

CLARKE, R. A. F. Fibrin and Wound healing. *Annals New York Academy of Sciences*.p. 355-367, 2001.

CUI J.; HOLMES E. H.; GREENE T. G.; LIU P. K. **Oxidative DNA damage precedes DNA fragmentation after experimental stroke in rat brain.** *FASEB J*, 2000;14:955–967.

CURATEC, **Alginato de cálcio.** CURATEC, 2013. Disponível em: <http://www.curatec.com.br/sobre-feridas/faq/>. Acesso em julho de 2017.

DAUDT, C. E. & POLENTA, G. **Phenols from Cabernet sauvignon and Isabel musts submitted to several treatments.** *Journal of Science and Technology Tonnellerie*, v.5, p.57-64, 1999.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. **Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – characteristics, biosynthesis, processing and stability.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 231-250, 2000.

DENNIS E.G., KEYZERS R.A., KALUA C.M., MAFFEI S.M., NICHOLSON E.L., BOSS P.K. **Grape contribution to wine aroma: production of hexyl acetate, octyl acetate, and benzyl acetate during yeast fermentation is dependent upon precursors in the must.** *J Agric Food Chem*. 2012;60(10):2638–2646.

DESAI, K. G. H., PARK, H. J. (2005). **Recent Developments in Microencapsulation of Food Ingredients.** *Drying Technology*, v. 23, p. 1361– 1394, 2005.

DOOLEY, L.; THRELFALL, R. T.; MEULLENET, J. **Optimization of blended wine quality through maximization of consumer liking.** *Food Quality and Preference*, v. 24, p. 40-47, 2012.

DURÁN L.; COSTELL E. **Révision: percepción del gusto.** *Aspectos fisicoquímicos y psicofísicos.* *Food Sci Technol Int*. 1999;5(4):299-309.

- DUTCOSKI, S. D. **Análise sensorial de alimentos**.4^a.ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia dos Alimentos**. 2^a ed. São Paulo: Ateneu, 2000.
- FANG, Z.; BHANDARI, B. **Encapsulation of polyphenols - a review**.*Trends in Food Science & Technology*, 21, 10, 510-523, 2010.
- FÁVARO-TRINDADE, C.S. et al. **Revisão: microencapsulação de ingredientes alimentícios**. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.11, p.103-112, 2008.
- FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas**. São Paulo: Artmed; 2006.
- FENSTERSEIFERT, J. E. “**The emerging Brazilian wine industry: Challenges and projects for the Serra Gaúcha wine cluster**”.*International Journal of wine business research*, Montpellier, v. 19, n. 3, p. 6-8, 2007.
- FLAMINI, R.; MATTIYI F.; ROSSO M. D.; ARAPITSAS P.; BAVARESCO L. **Advanced Knowledge of Three Important Classes of Grape Phenolics: Anthocyanins, Stilbenes and Flavonols**.2013.
- FONTES, L. C. B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas: efeito na fisiologia e na conservação**. Piracicaba, 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ).
- FOOD INGREDIENTS BRASIL. **A microencapsulação a serviço da indústria alimentícia**. Nº25, 2013.
- FRACASSO, D.; FUENTEFRIA, A. M.; TEIXEIRA, M. L. **Avaliação Toxicológica e quantificação de agentes antioxidantes em vinhos tintos comercializados no município de Concórdia, Santa Catarina**.*Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*.Univ.Do Contestado, Concórdia -SC. v.11, n. 2, p. 181-189, 2009.

FRANKEL, E. N.; WATERHOUSE, A. L. & TEISSEDE, P. L. **Principal phenolic phytochemical in selected California Wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low density lipoproteins.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 43, p. 890-894, 1995.

FRASCARELI, E. **Microencapsulação de óleo de café através de secagem por atomização: avaliação das propriedades da emulsão e do tipo de material de parede sobre as características do pó.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 2010.

FREITAS, A. A. et al. **Determinação de resveratrol e características químicas em sucos de uvas produzidos em sistemas orgânicos e convencional.** *Revista Ceres*, v. 57, n. 1, p. 1-5, 2010.

FULEKI T. & FRANCIS F.J. **Quantitative methods for anthocyanins: 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries.** *Journal of Food Science*, 1968, 33: 72-77. (a)

FULEKI T. & FRANCIS F.J. **Quantitative Methods for anthocyanins: 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberries juices.** *Journal of Food Science*, 1968, 33: 78-83. (b)

FUNAMI, T.; FANG, Y.; NODA, S.; ISHIHARA, S.; NAKAUMA, M.; DRAGET I. NISHINARI, K.; PHILLIPS, G. O. **Rheological properties of sodium alginate in an aqueous system during gelation in relation to supermolecular structures and Ca²⁺ binding.** *Food Hydrocolloids*, 23, 7, 1746-1756, 2009.

GIL, A. M. P. C. **Gelificação de Polissacarídeos: Métodos físico-químicos no estudo da influência de íons.** Portugal: Universidade Aveiro, 1990.

GONZÁLEZ, F. M. **Influências dos fatores edafoclimáticos nas uvas e vinhos cabernet sauvignon de diferentes pólos vitícolas do Rio Grande do Sul. 2005.** [Dissertação de Mestrado]- Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2005.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; BALADO, J.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; GIL, G.; TESSORE, A.; FERRER, M. **Efecto de algunas prácticas 25 de manejo del viñedo y de La vinificación en la composición fenólica y el color de los vinos tintos.** In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 2003. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 43-54

GOUIN, S. **Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends.** Trends in Food Science and Technology, London, v. 15, n. 7-8, p. 330-347, 2004.

GRANATO D., KATAYAMA F.C.U., CASTRO I.A. Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. *Food Chemistry*, 2011, 129, 366-373.

GRINDLAY, G.; MORA, J.; GRAS, L.; LOOS-VOLLEBREGT, T. C. **Atomic spectrometry methods for wine analysis: A critical evaluation and discussion of recent applications.** *Analitica Chimica Acta*, v. 691, p. 18-32, 2011.

GUERRA, C. C. (1997). Recherches sur les interactions anthocyanes-flavanols: application à l'interprétation chimique de la couleur des vins rouges. Thèse de Doctorat, University Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux.

GUERRA, C. C. **Vinho tinto.**In: VENTURINI FILHO, W. G. V. Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia São Paulo: Edgard Blücher, 2010. v. 1, cap. 11. 492 p.

GUERRA, C. C. **Recherches sur les interactions anthocyanes-flavanols: application à l'interprétation chimique de la couleur des vins rouges.**[Tese de Doutorado] Bordeaux: Universidade de Victor Segalen Bordeaux II. 1997. (Tese Doutorado).

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, A. C. **Documento sobre uvas e vinhos.** Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 2009. Documentos/ Embrapa Uva e Vinho, ISSN 1516-8107, n°48.

GUERRERO, R.F.; LIAZID, A.; PALMA, M.; PUERTAS, B.; GONZÁLEZ-BARRIO, R.; GIL-IZQUIERDO, A.; GARCÍA-BARROSO, C.; CANTOS-VILLAR, E. **Phenolic**

characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia. *Food Chemistry*, n. 112, p. 949- 955, 2009.

HAMBLETON, A.; DEBEAUFORT, F.; BONNOTTE, A.; VOILLEY, A. **Influence of alginate emulsion-based films structure on its barrier properties and on the protection of microencapsulated aroma compound.***Food Hydrocolloids*, 23, 2116-2124, 2009.

IAL, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz:Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3ªed. São Paulo: IAL, 2005.

IAL, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos.** 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 245-246.

IAL, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho.A **vitivinicultura brasileira.** Disponível em:<<http://www.ibravin.org.br/brasilvitivinicola.php>>. Acesso em outubro de 2016.

IMENSON, A. **Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agensts.**Blackwell Publish, U.K. 2010.

INMETRO. **Programa de Análise de Produtos: relatório de vinho.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/vinho.pdf>>. Acesso em: março de 2017.

IORA, S. R. F., MACIEL, G.M., ZIELINSKI, A.A.F., DA SILVA, M. V., PONTES, P. V. DE A., HAMINIUK, C.W.I., & GRANATO, D. (2015). **Evaluation of the bioactive compounds and the antioxidant capacity of grape pomace.***International Journal of Food Science and Technology*, 50, 62–69.

IWAMOTO, M.; KURACHI, M.; NAKASHIMA, T.; KIM, D.; YAMAGUCHI, K.; ODA, T.; IWAMOTO, Y.; MURAMATSU.**Struture-activity relationship of alginate oligosaccharides in the induction of cytokine production from RAW264.7 cells.**FEBS Letters, 579, 20, 4423-4429, 2005.

JACKSON, R.S. **Wine science: principles and applications**. 3th ed. San Diego, CA: Elsevier Academic Press, p. 270 -331, 2008.

JESUS, C. F. A. **Análise sensorial aplicada à escolha da fragrância em um amaciante de roupa**. Enciclopédia Biosfera, v. 6, n. 11, p. 1-14, 2010.

JIANG, B.; XI, Z.; LUO, M.; & ZHANG, Z. Comparison on aroma compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot wines from four wine grape-growing regions in China. *Food Research International*, 51 (2), 482-489, 2013.

KAMILOGLU S.; PASLI A. A.; OZCELIK B.; CAPANOGLU E. **Evaluating the in vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant activity during consumption of dried fruits with nuts**.2013.

KIERSTAN, M., & BUCKE, C. **The immobilization of microbial cells, subcellular organelles, and enzymes in calcium alginate gels**. *Biotechnology and Bioengineering*, 67(6), 726-736, 2000.

KING, A. D.; HOCKING, A. D.; PITT, J. I. **Dichloran-rose bengal medium for enumeration and isolation of fungi from foods**. *Applied and Environmental Microbiology*, v.37, p.959-964, 1979.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. **Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas**. *Ciênc.Tecnol.Aliment.*, Campinas, 22(1): 65-69, jan.-abr. 2002.

LASANTA, C.; CARO, I.; GÓMEZ, J.; PÉREZ, L. **The influence of ripeness grade on the composition of musts and wines from *Vitis vinifera* cv. Tempranillo grown in a warm climate**. *Food Research International*, New York, v. 64, p. 432–438, 2014.

LEVIC, S., LIJAKOVIĆ, I. P., ĐORĐEVIĆ, V., RAC, V., RAKIĆ, V., KNUDSEN, T. Š., PAVLOVIĆ, V., BUGARSKI, B., & NEDOVIĆ, V. (2015). **Characterization of sodium alginate/D-limonene emulsions and respective calcium alginate/D-limonene beads produced By electrostatic extrusion**. *Food Hydrocolloids*, 45, 111-123.

LINHARES, C.S., SANTOS, J., PASSOS, R.M., CARVALHO, C.T.G., PAGANI, A.A.C., SILVA, G.F. **Desenvolvimento e Caracterização de Microcápsulas de Café**. 2016. Proceeding of ISTI/SIMTEC – ISSN:2318-3403 Aracaju/SE – 21 a 23/09/ 2016. Vol. 3/n.1/ p.018-024 18 D.O.I.: 10.7198/S2318-3403201600030003

MACEDO, L.F.L., ROGERO, M.M., GUIMARAES, J.P., GRANATO, D., LOBATO, L.P., & CASTRO, I.A. **Effect of red wines with different in vitro antioxidant activity on oxidative stress of high-fat diet rats**. *Food Chemistry*, 137, 122-129, 2013.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. **Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva**. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Univ. Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG*. v. 25, p. 659-664, 2005.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. **Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante**. *Boletim CEPPA, Univ. Federal da Bahia, Salvador-BA*. v. 22, n. 2, p. 233-252, 2004.

MANFROI, L.; MIELLE, A.; RIZZON, L.A.; BARRABAS, C.I.N.; **Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.26, n.2, p.290-296, 2006.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. **Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal**, 2003.

MELÉNDEZ, M.E.; SÁNCHEZ, M.S.; ÍÑIGUEZ, M.; SARAIBA, L.A.; ORTIZ, M.C. **Psychophysical parameters of colour and the chemometric characterisation of wines of the certified denomination of origin ‘Rioja’**. *Analytica Chimica Acta*, v.446, p.159-169, 2001.

MARASCHIN R. P. **Caracterização química de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos na Serra Gaúcha (ênfase em compostos fenólicos)** [dissertação de mestrado]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.

MARTINS, A.; BARROS, L.; CARVALHO, A. M.; SANTOS-BUELGA, C.; FERNANDES, I. P.; BARREIRO, M. F.; FERREIRA, I. C. F. R. **Extratos fenólicos de flores de *Rubus ulmifolius* Schoot: Caracterização química, microencapsulação e incorporação em iogurtes para benefícios antioxidantes.***Instituto Politécnico de Bragança*, 2014.

MELLO, L. R. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF: 16 fev., 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em-2015>>. Acesso em: 01 set. 2016.

MIELE, A.; RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C. **Discriminação de vinhos tintos brasileiros de acordo com a região vitícola, varietal e vinícola.***Ciência e Tecnologia de Alimentos*. V. 30, p. 268 – 275, 2010.

MIRZAEI, H. et al. **Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese.***Food Chemistry*, v.132, p.1966-1970, 2012. Disponível em: 10.1016/j.foodchem.2011.12.033. Acesso em: 17 Out. 2017.

MONAGAS, M., BARTOLOME, B., & GOMEZ-CORDOVES, C. **Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine.***Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.45, n.2, p.85–118, 2005.

MONAGAS, M.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. **Evaluation of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle.***Food Chemistry*, v. 95, p. 405-412, 2006.

MONAGAS, M. et al. **Effect of the modifier (Graciano vs. Cabernet Sauvignon) on blends of Tempranillo wine during ageing in the bottle.**II Colour and overall appreciation.*LWT – Food Science and Technology*.V. 30, p. 107-115, 2007.

MORAES, V.; LOCATELLI, C. **Vinho: uma revisão sobre a composição química e benefícios à saúde.***Evidência*, v. 10 n. 1-2, p. 57-68, 2010.

MORAIS, A. B. L.; XAVIER, A. C. R.; SILVA, G. F.; MUNIZ, E. N.; MUNIZ, A. V. C. S.; PAGANI, A. A. C. **Efeito da encapsulação nos compostos bioativos do cambuí (*Myrciaria tenella*)**. Em: XXIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Aracaju, 2014.

MORAIS, A. B. L.; XAVIER, A. C. R.; SILVA, G. F.; SILVA, M. A. A. P.; PAGANI, A. A. C. **Estudo microbiológico e microscópico de água mineral bioativada com cápsulas de maracujá (*Passiflora edulis*)**. Proceeding of ISTI/SIMTEC, v. 3, p. 275-280, 2016.

MORAIS, A. B. L.; XAVIER, A. C. R.; SILVA, G. F.; SOUZA, R. R.; P.; PAGANI, G. D.; PAGANI, A. A. C. **Caracterização da polpa e das cápsulas de murici (*Byrsonima crassifolia L. Rich*) obtidas pelo processo de gelificação iônica**. Em: XIII Congresso Internacional de Nutrição Funcional, São Paulo, 2017.

MORENO-ARRIBAS, M., & POLO, M. **Wine Chemistry and Biochemistry**. Springer Science Business Media. 2009.

MUKAI-CORREA, R.; PRATA, A. S.; ALVIM, I. D.; GROSSO, C. **Caracterização de microcápsulas contendo caseína e gordura vegetal hidrogenada obtidas por gelificação iônica**. Brazilian Journal of Food Technology, v.8, n.1, p. 73-80, 2005.

NAKAMURA, K.; NISHIMURA, Y.; HATAKEYAMA, T.; HATAKEYAMA, H. **Thermal properties of water insoluble alginate films containing di- and trivalent cations**. *Thermochimica Acta*, 267, 343-353, 1995.

NAKAUMA, M., FUNAMI, T., FANG, Y., NISHINARI, K., DRAGET, K. I., & PHILLIPS, G. O. **Calcium binding and calcium-induced gelation of sodium alginate modified by low molecular-weight polyuronate**. *Food Hydrocolloids*, 55, 65-76, 2016.

NUNES, M.C.H. **Interações Proteína/Polissacárido em Géis Proteicos de Origem Vegetal**. Tese de Doutorado em Engenharia Agro-Industrial. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2005.

OLIVEIRA, D. S. **Tese: Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e avaliação da estabilidade dos extratos obtidos.** Viçosa, MG, 2014.

OIV, Organização Internacional de Vinhas e Vinhos. **Compendium of International Methods of Analysis – Internacional Organisation of Wine and Wine.** Edition 2011, v. 1. Disponível

em https://news.reseauconcept.net/pls/news/pk_recherche3.article?i_sid=&i_article_id=20851&i_app_id=20753&i_modele=http://www.oiv.int/es/recherche/modele.php. Acesso em novembro 2016.

ONWULATA, C. I. **Microencapsulation and functional bioactive foods.** *J. Food Process. Preser.* 37. 510 – 532, 2013.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos.** Porto Alegre: Artmed; 2005.

PAGANI, A. A. C.; OLIVEIRA, M. C.; XAVIER, A. C. R.; MORAIS, A. B. L.; NUNES, T. P.; SILVA, G. F. **Study of the process of getting the drops of papaya (carica papaya l.) per basic spherification.** *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 4, 6, 9, 2014.

PAQUES, J. P., SAGIS, L. M. C., VAN RIJN, C. J. M., & VAN DER LINDEN, E. (2014). **Nanospheres of alginate prepared through w/o emulsification and internal gelation with nanoparticles of CaCO₃.** *Food Hydrocolloids*, 40, 182–188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.02.024>.

PASSOS, R. M. Incorporação da polpa de tomate encapsulada por gelificação iônica ao azeite de oliva extravirgem e avaliação da estabilidade do produto. 2017. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Universidade Federal de Sergipe, 2017.

PASIN, B. L.; AZÓN, C. G.; GARRIGA, A. M. **Microencapsulación com alginato en alimentos** - técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 1, 130-151, 2012.

PATIL, J.S.; KAMALAPUR, M.V.; MARAPUR, S.C.; KADAM, D. V. **Iontropic gelation and polyelectrolyte complexation: The novel techniques to design hydrogel particulate sustained, modulated drug delivery system: A review.** *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, Cincinnati, v. 5, n. 1, p. 241–248, 2010.

PAULO, E. M.; ASSIS, S. A.; SANTOS, V. L. C. S. **Polímeros constituídos por carboidratos utilizados no processo de microencapsulação de bactérias: uma revisão.** *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 9, 4, 185-191, 2009.

PENNA, A. L. B. **Hidrocolóides usos em alimentos.** *Caderno de Tecnologia de Alimentos & Bebidas*, p. 58-64. Disponível em: www.revistafi.com.br/main/revistas/ed_17/pdf/p&da.pdf. Acesso em: 28 Out. 2016.

PÉREZ-MAGARIÑO, S.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M. L. **Application of absorbance values used in wineries for estimating CIELAB parameters in red wines.** *Food Chemistry*, v.81, p.301-306, 2003.

PODSEDEK, A. **Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review.** *LWT-Food Sci. Technol*, v. 40, p. 1-11, 2007.

PRADO, M. R. **Análise do inventário do ciclo de vida de embalagens de vidro, alumínio e PET utilizadas em uma indústria de refrigerantes no Brasil.** 2007. 188p. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

QUEIPO-ORTUÑO, M.I.; BOTO-ORDÓÑEZ, M.; MURRI, M.; GOMEZZUMAQUERO, J.M.; CLEMENTE-POSTIGO, M.; ESTRUCH, R.; CARDONA DIAZ, F.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; TINAHONES, FJ. **Influence of red wine polyphenols and ethanol on the gut microbiota ecology and biochemical biomarkers.** *The American Journal of Clinical Nutrition*, v.95, n.6, p.1323-34, 2012.

RAPOSO, J. R.; PINTO, C. S.; NUNES, R. de S. **Desenvolvimento de sistemas microencapsulados contendo óleo essencial de espécies aromáticas da família**

verbenaceae com ocorrência no semi-árido sergipano para controle larvicida do Aedes aegypti. Seminário de Pesquisa FAP-SE, 2003.

RÉ, M. I. **Microencapsulação – em busca de produtos ‘inteligentes’** Ciência hoje, v.27, n.162, p. 24-29, 2000.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.** Free Radical Biology and Medicine, v. 26, n.9-10, p. 1231-1237, 1999.

Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Publicação: D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

RIBEIRO, E.P; SERAVALLI, E.A.G. **Química de Alimentos.** São Paulo: Editora Edgar Blucher: Instituto Mauá de tecnologia, 2004,184p.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 120 p. (a)

RIZZON, L. A.; MIELE, A. **Avaliação da cv. “Cabernet Sauvignon” para elaboração de vinho tinto.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 22 n. 2, p.192-198. 2002. (b)

RIZZON, L. A.; MIELE, A. **Avaliação da cv. “Merlot” para elaboração de vinho tinto.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 23 (supl.), p.156-161. 2003. (c)

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. **In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter).** Food Chemistry, vol. 90, p. 133–139, 2005.

SANCHEZ-PALOMO, E.; TRUJILLO, M.; GARCIA RUIZ, A., & GONZÁLEZ VIÑAS, M. A. **Aroma profile of malbec red wines from La Mancha region: Chemical and sensory characterization.** Food Research International, 2017.

SANTOS, R. S. B. **Estudo dos fatores que influenciam os atributos de esferas de alginato**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Aveiro, Portugal, 2012.

SANTOS, A. R. **Vidro: caracterização do material**. Trabalho de graduação (disciplina Tecnologia Inorgânica) – Departamento de construção civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2003.

SANTOS-BUELGA, C.; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T.; LATTANZIO, V. **Recent advances in polyphenol research**, v. 2, (1 ed). UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SOFTWARE (SAS), versão 9.2, 2013.

SIMPSON, N. E. et al. **NMR properties of alginate microbeads**. *Biomaterials*, v. 24, p. 4941-4948, 2003.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. **Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents**. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.16, n.3, p. 144-146, 1965.

SOUSA, I.M.N. **Apontamentos de biopolímeros e estrutura**. Mestrado em Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

SUAVE, J; DALL'AGNOL, E.C; PEZZIN, A.P.T; SILVA, D.A.K, MEIER, M.M; SOLDI, V. **Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas**. *Health and Environment Journal*, 7 (2), pp.12-20, 2006.

TAPIERO, H.; TEW, K. D.; BA, G. N.; MATHÉ, G. **Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies?** *Biomedical Pharmacotherapy*, v.56, n.4, p. 200-207, 2002.

TOSONI, S.F.; RODRIGUES, V.C. **Características físico-químicas e antioxidantes de própolis microencapsulada com diferentes tipos de materiais encapsulantes**. Campo Mourão, 2013.

TRENDS, Brasil Foods. **As tendências da alimentação.** Instituto de tecnologia de alimentos.2010.

TRINDADE, C.S.F.; GROSSO, C.R.F., 2002. **Microencapsulation of *Lactobacillus* (La-05) and *B. lactis* (Bb-12) and evaluation of their survival at the pH values of the stomach and in bili.** Journal of Microencapsulation19(4): 485-494.

VALVASSORI, S. **Tendências da alimentação.** Pesquisa FIESP. 2010. Disponível em: <<http://www.simonevalvassori.com.br/noticias/noticias/68-tendencias-da-alimentacao>>. Acesso em: 05 de mar. 2016.

VECHIATTO, C. D.; PAITNER, J. R. T. **Efeito dos flavonoides presentes no vinho tinto na redução do peso corpóreo, gordura peritoneal, ingestão alimentar e colesterol em ratos da raça Wistar.**2010.

VENKATESAN, P, MURALIDHARAN, C, MANALVALAN, R E VALLIPPAN, K (2009).**Selection of better method for the preparation of microspheres by applying analytic hierarchy process.** Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 1 (4),pp. 26-35.

WAN, L. Q., JIANG, J., ARNOLD, D. E., GUO, X. E., LU, H. H., & MOW, V. C. (2008). **Calcium concentration effects on the mechanical and biochemical properties of chondrocyte-alginate constructs.** Cellular and Molecular Bioengineering, 1(1), 93–102. <http://dx.doi.org/10.1007/s12195-008-0014-x>.

WELKE, J. E.; ZANUS, M.; LAZZAROTTO, M., & ALCARAZ ZINI, C. **Quantitative analysis of headspace volatile compounds using comprehensive two-dimensional gas chromatography and their contribution to the aroma of Chardonnay wine.**Food Research International, 59, 85-99, 2014.

WOLLIN S.D.; JONES P.J.H. **Alcohol, Red Wine and Cardiovascular Disease.**The Journal of Nutrition, v. 1, p. 1401-1404, 2001.

XIAO, Z., LIU, W., ZHU, G., ZHOU, R., & NIU, Y. **A review of the preparation and application of flavour and essential oils microcapsules based on complex coacervation technology.**Journal of the Science of Food and Agriculture, 94(8), 1482e1494, 2014.

YANG, J., LIU, B., LIANG, G., NING, Z. **Structure-activity relationship of flavonoids active against lard oil oxidation based on quantum chemical analysis.**Journal Molecules, v. 14, p.46-52, 2009.

YANG, X.; GAO, N.; HU, L.; LI, J.; SUN, Y. **Development and evaluation of novel microcapsules containing poppy-seed oil using complex coacervation.**Journal of Food Engineering, v. 161, p. 87–93, 2015.

YOUNG, N. W. G.; KAPPEL, G.; BLADT, T. **A polyuronan blend giving novel synergistic effects and bake-stable functionality to high soluble solids fruits fillings.** Food Hydrocolloids, v. 17, p. 407-418, 2003.

ZHANG, L. TAO, Y. S.; WEN, Y., & WANG, H. **Aroma evaluation of young Chinese Merlot wines with denomination of origin.**South African Journal of Enology and Viticulture.2016, 34(1), 46 – 53

ANEXOS**ANEXO A–AVALIAÇÃO DO PERFIL DE PROVADORES NO TESTE DE
ACEITAÇÃO.****DADOS PESSOAIS:**

NOME: _____

TELEFONE: _____ e-mail: _____

FAIXA ETÁRIA:

- 15-25 anos
- 25-30 anos
- 30-35 anos
- 35-50 anos
- acima de 50 anos

SEXO:

- masculino
- feminino

ESCOLARIDADE

- 1º grau
- 2º grau 245
- professor
- 3º grau
- outro

ANEXO B - FORMULÁRIO PARA ANÁLISE DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS

Ficha de Avaliação de Aceitação e Intenção de compra

Amostra: ____ Sexo: F () M ()

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo uma amostra de sorvete contendo esferas de vinho tinto, avalie de acordo com a cor, textura, sabor e aparência global usando a escala abaixo para demonstrar o quanto você gostou ou desgostou da amostra:

- 9 – gostei extremamente
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 – desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1 – desgostei extremamente

Cor()

Textura()

Sabor()

Aparência global()

Após ter avaliado a amostra, indique na escala abaixo o grau de certeza no qual você estaria disposto a comprar esse produto, se o encontrasse à venda:

- (1) certamente não compraria
- (2) provavelmente não compraria
- (3) talvez comprasse, talvez não comprasse
- (4) provavelmente compraria
- (5) certamente compraria

Justifique sua avaliação e intenção de compra dizendo:

O que você menos gostou na amostra:

E o que você mais gostou da amostra:

ANEXO C –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Irlane Almeida da Silva, aluna de mestrado do programa Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe – UFS, venho convidá-lo a participar da pesquisa que pretendo realizar sobre “Desenvolvimento, avaliação físico-química e sensorial de esferas de vinho tinto”. O objetivo geral dessa pesquisa é desenvolver esferas de vinho tinto e avaliar as características físico-químicas e sensoriais dessas esferas. As esferas serão adicionadas ao sorvete e servidas aos consumidores em copos plásticos de 50 mL. Essa amostra será então analisada sensorialmente, que consiste em verificar a cor, sabor e textura das esferas. Em seguida irá responder algumas perguntas em uma ficha própria que você receberá. Este estudo seguirá os preceitos éticos da Resolução 466/12, que contém diretrizes e normas para a pesquisa com seres humanos. É importante salientar que o produto é seguro, que não trará riscos a saúde e nem causará efeitos colaterais. Caso ocorram efeitos indesejáveis encaminharemos para a unidade de saúde mais próxima, sendo os custos deste de responsabilidade da pesquisadora. Informo que é de livre escolha a participação neste estudo, e que, mesmo tendo concordado em participar, pode se recusar a responder perguntas ou mesmo retirar seu consentimento e desistir da participação, a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Comprometo-me a não revelar seu nome. As informações serão apresentadas no trabalho sem que haja a possibilidade de você ser identificado. Os resultados deste estudo servirão como subsídio para a elaboração de trabalhos científicos. Os custos da pesquisa são de total responsabilidade da pesquisadora.

Ao concordar com a participação no estudo, por favor, assine abaixo.

Participante: _____

Código de identificação: _____

Aracaju - SE, _____ de _____ de 2018.

Irlane Almeida da Silva – mestranda do programa Ciência e Tecnologia de Alimentos da
Universidade Federal de Sergipe – UFS.

Telefone: (73) 988029975

E-mail: laninhaeng2@gmail.com